

,

,

. . .

”

”

621.38:681.14:621.396

”： .— : . . . ”,2005.— 72 . -
： . , . , ..
： . . ,
(. . .)

. . . .
10
11.03.2003 .

© . . , . ,
..

© . . . , 2004

1

1

1.1

1.2

1.3

1.4

1.5

2

(:)

$$= \frac{U_m}{U}, \tag{1}$$

(.)

$$= \frac{R_2}{R_1 + R_2}, \tag{2}$$

R_1 i R_2 -

U ; U -

$$R = R_1 + R_2.$$

$$P_R = U_R I_R = \frac{U_R^2}{R} = I_R^2 R \tag{3}$$

I_R - U_R ,

R ; R .

R ,

R_2

U .

$$= \frac{R_2 \parallel R}{R_2 + R_2 \parallel R}, \tag{4}$$

$$R_2 \parallel R = \frac{R_2 R}{R_2 + R} -$$

3

3.1

3.2

$$= 0,5 + 0,01N \quad R \quad 1 \quad (N -$$

).

3.3

$$U = 20 + N,$$

4

4.1

. 3.1

“ 0”.

4.2

. 3.1.

(. 4.1).

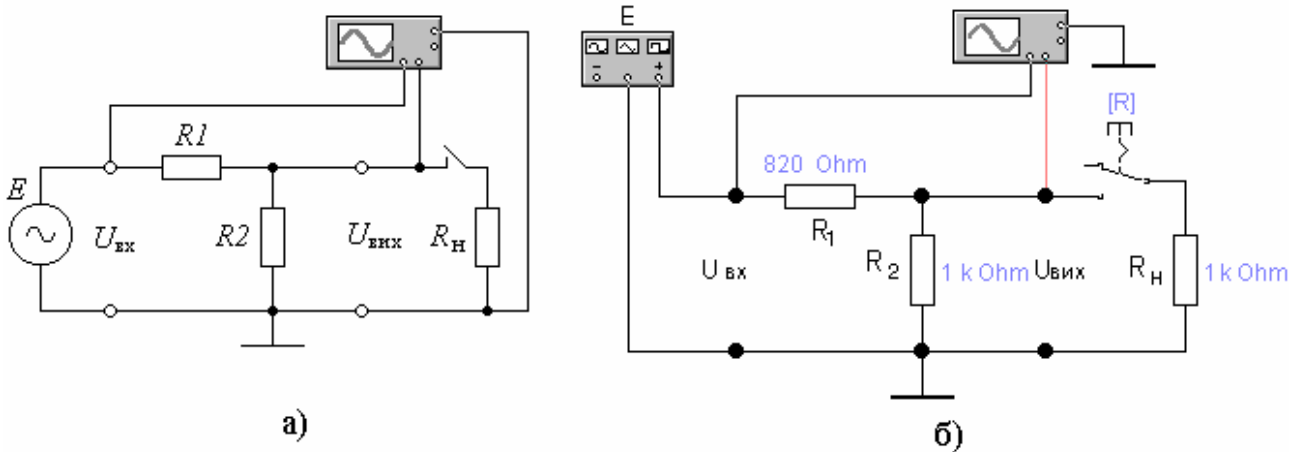


Рисунок 4.1 – Схема дослідження подільника напруги:

а – принципова схема; б – реалізація у програмному середовищі EWB

(. 4.2)



Рисунок 4.2 – Поле вибору елементів

— ;
 — , ;
 — ;
 — .
 4.2.1 (. 4.1) —
 , ;
 $R1$ $R2$, () —



Рисунок 4.2 – Поле вибору елементів

, (. 4.3).





Delete.

4.2.2

4.2.3

4.4);

(. 3.3)

Amplitude 50 V

(100 + N)

Frequency 1 kHz

().

R₁ R₂,

(. 4.5);

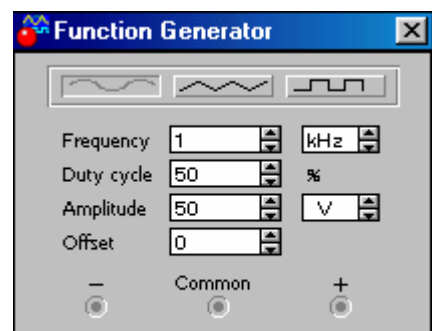


Рисунок 4.4

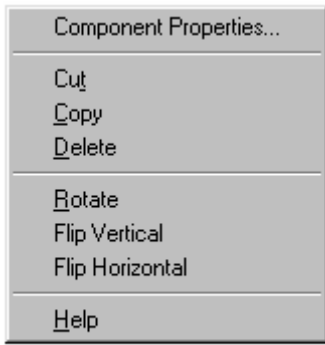


Рисунок 4.5

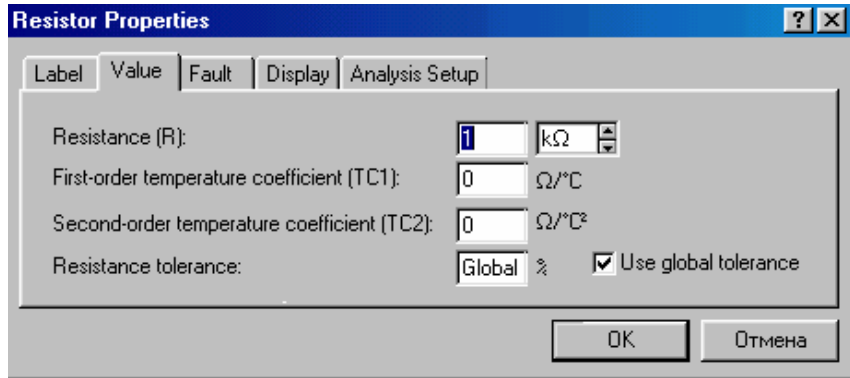


Рисунок 4.6


Component Properties...
 ; (. 4.6),
 4.2.4
 Label
 (. 4.6)
 4.2.5
 (. 4.7).
 Ground – “ ”  . 4.2.2.
 4.2.6
 ;
 Wire Properties
 4.3
 4.3.1
 R.
 4.3.2
 1
 4.3.3 (. 4.7)
 (. 4.8).



Рисунок 4.7

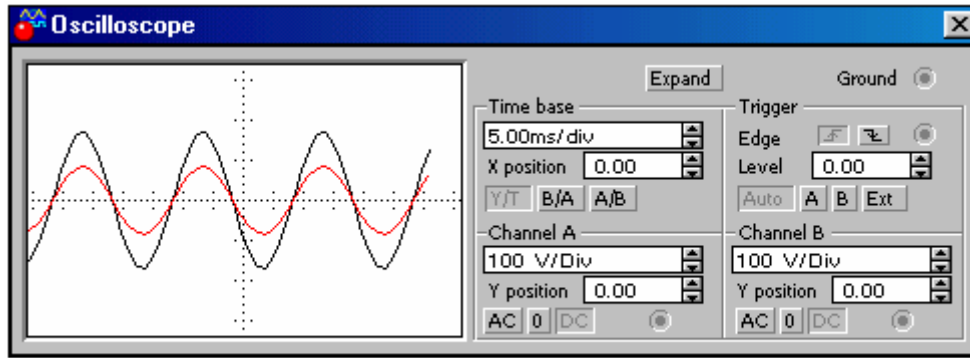


Рисунок 4.8

4.3.4

U U -
(, -),
.

4.3.5

-
-
-

Expand
Pause; (.4.8);

U_m U_m 1 2
(.4.9).

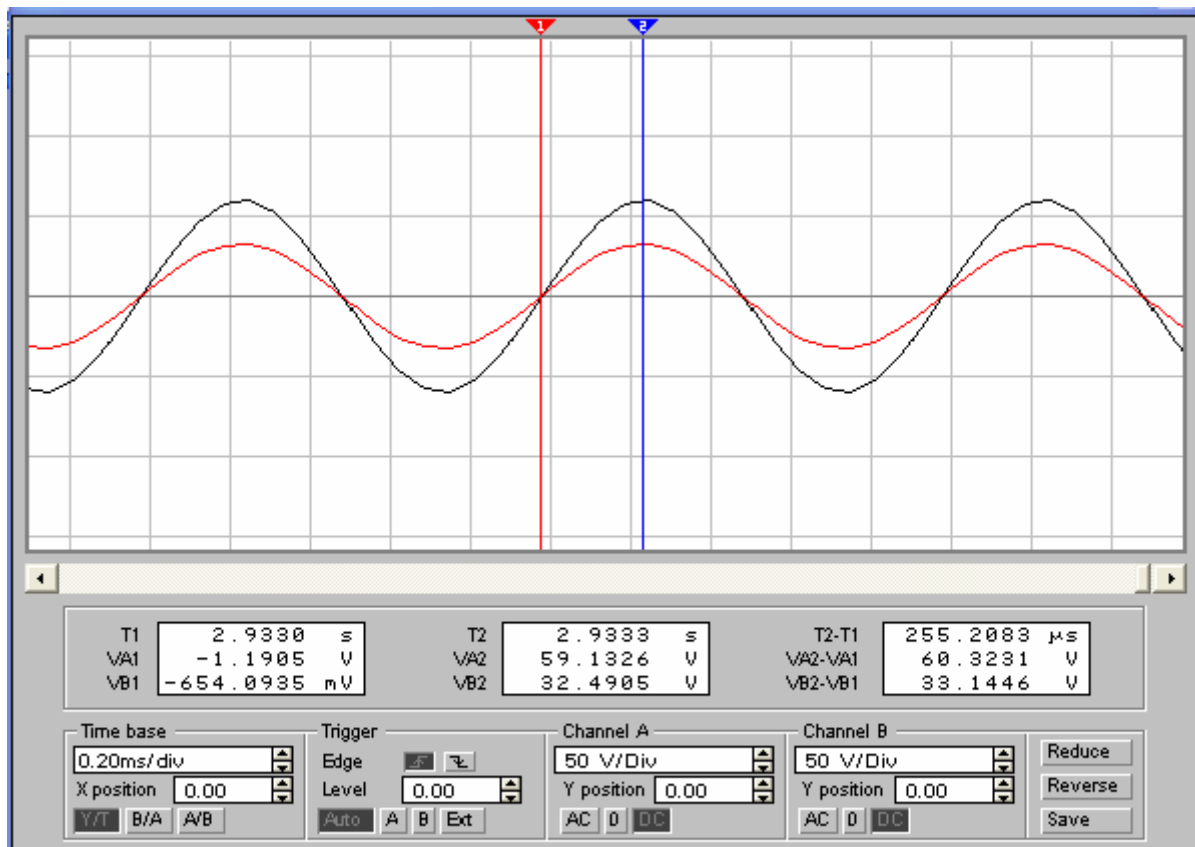


Рисунок 4.9

$$U_m = VA2 - VAI;$$

$$U_m = V 2 - V 1. \quad (1)$$

4.3.6

. 3.2.

4.3.7

4.4

4.4.1

. 3.2

R_1 R_2

(. 4.1).

4.1

$\frac{R_1}{R_1}$	$R_1,$	U ,	U ,
0.0			
0.5			
1.0			
2.0			

4.2

$\frac{R_2}{R_2}$	$R_2,$	U ,	U ,
0.0			
0.5			
1.0			
2.0			

4.4.2

R_1 R_2

,

. 4.1 4.2.

4.4.3

4.4.4

U

4.5

4.5.1

. 3.2

R_1 $R_2.$

4.5.2

. 4.3.4

U

4.5.3

. 4.3.

R

$R.$

4.5.4

$R = 0,5R_2.$

4.5.5

. 4.3.5

4.3.

4.5.6

4.3

	U ,

5

5.1

5.1.1 .

5.1.2 .

5.1.3 . 3.2; 3.3; 3.4.

5.1.4 . 4.1; 4.2; 4.3.

5.2

5.2.1 . 4.3.4.

5.2.2 . 4.3.6 4.3.7.

5.2.3 . 4.3.7.

5.2.4 4.1; 4.2; 4.3.

5.2.5 . 4.4.3 4.4.4.

5.2.6 . 4.5.6.

6

6.1 .

6.2 .

6.3 .

6.4 .

6.5 .

.- : . . . , 2004. .- . 14-18. . -

2

1

1.1

-

() .

1.2

.

1.3

-

.

2

(:) .

.

,

,

0,7 .

.

,

-

,

.

-

,

-

.

,

-

.

,

.

(),

.

.

-

,

.

, - -

-

.

.

3

3.1

-

3.2

.

.

3.3

3.4

$$r = \frac{25}{I} + r$$

$$= (4 + 0.02 \dots); (8 + 0.02 \dots); (12 + 0.02 \dots) ,$$

$$r = 3 \dots ;$$

4

4.1 (. 4.1)

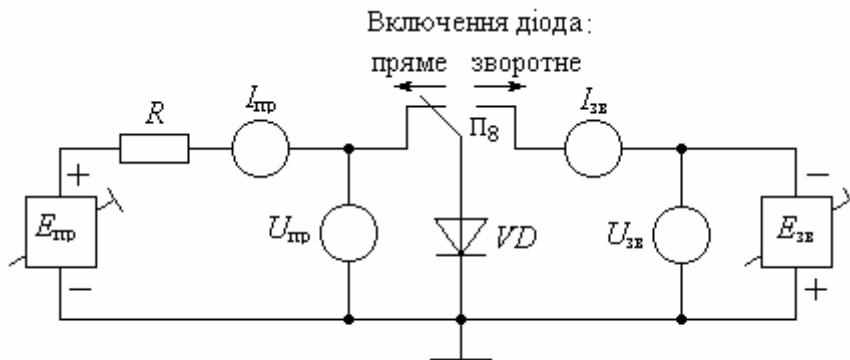


Рисунок 4.1 – Схема дослідження діода

(1, 2.) 8.

1 $U_1.$

U

2 $U_2.$

4.2 “ ”

2.

4.3

4.3.1

6 “ ”.

4.3.2

4.

4.3.3

$$= f(U) ,$$

: 1; 2; 4; 5; 10; 20 . . .

4.3.4

4.3.5 (1) R_6 , U
 $= f(U)$.

4.3.6 “ ”.

4.3.7 U (2) U_2 R_{12} ,
 (4.3.5) $= f(U)$.

4.3.8 :

$$r = \frac{\Delta U}{\Delta}$$

4.3.9 : ; ; ; .

4.4

4.4.1 4.

4.4.2 $= f(U)$, : 1; 2; 4; 5; 10; 20 . .

4.4.3 .

4.4.4 :

$$r = \frac{\Delta U}{\Delta}$$

4.4.5 : ; ; ; .

4.4.6 r r .

4.5

4.5.1

5-10

4.5.2

. 4.3.1 ... 4.3.7

4.5.3

. 4.3.

5**5.1**

5.1.1

. 3.1.

5.1.2

. 3.2 3.3.

5.1.3

. 3.4.

5.2

5.2.1

. 4.3.5 4.3.7.

5.2.2

. 4.3.8 4.4.4.

5.2.3

. 4.3.9.

5.2.4

. 4.4.3.

5.2.5

. 4.4.5 4.4.6.

6

6.1

6.2

6.3

6.4

6.5

() .

1

2

1980. – . 29 – 82.

, 2004.

. – . 26 – 42.

3

1

1.1

1.2

1.3

1.4

1.5

2

$U_{m1} - N -$

$$U_{m2} = U_{m1} N,$$

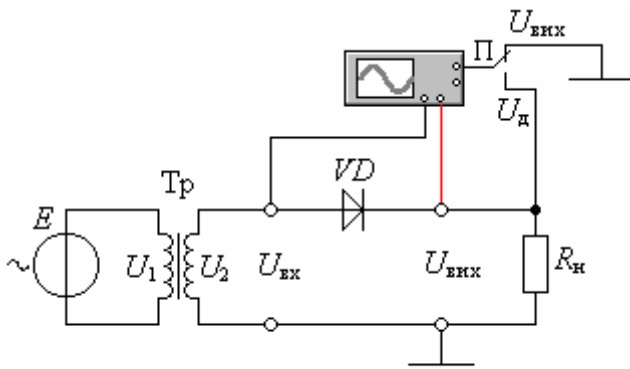
$$N < 1.$$

$U -$

$$U = U - U,$$

U

3



3.1

3.2

(,)

Рисунок 3.1 – Схема дослідження випрямляча

()

3.3

U_{m2}

$U_{m1} = 220$

$$N = \frac{1}{30}$$

3.4.

U_m

3.6

0,7

$R = 50 + 10 n$

4

4.1

“ ” (. 4.1).

4.2.

(. 4.1).

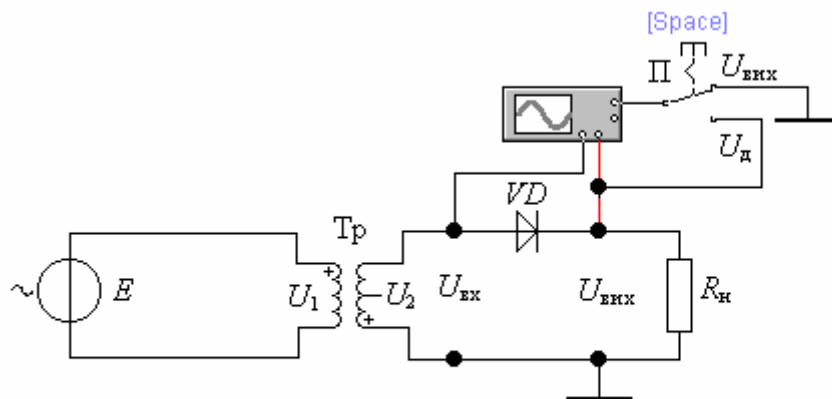


Рисунок 4.1 – Реалізація схеми дослідження випрямляча у програмному середовищі EWB

4.3

4.3.1

(. 4.1)
(. 4.2).

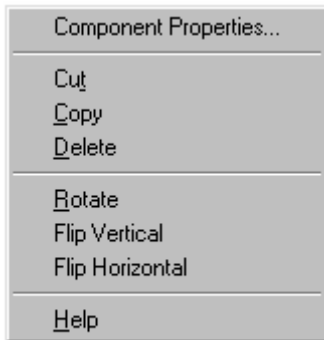


Рисунок 4.2

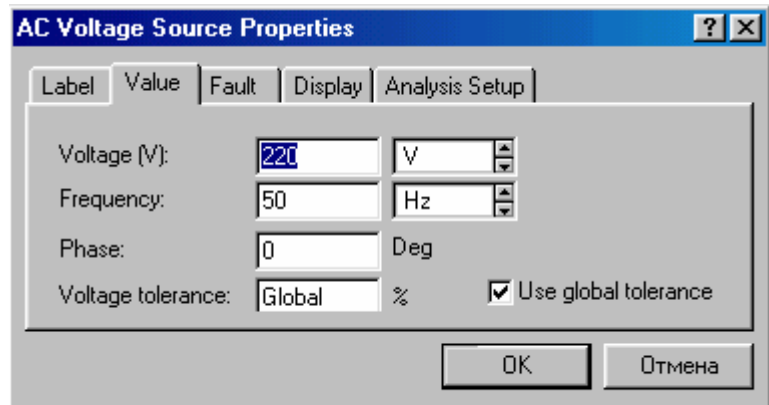


Рисунок 4.3

Component Properties...

(. 4.3),

50

4.3.2

1/30,

(. 4.1)

(. 4.2).

Component Properties...

Transformer Properties

Transformer Model 'ideal'

Edit

Primary-to-secondary turns ratio (N): 10

(1/N), 30

4.3.3

R (. 4.1)

(. 4.2).

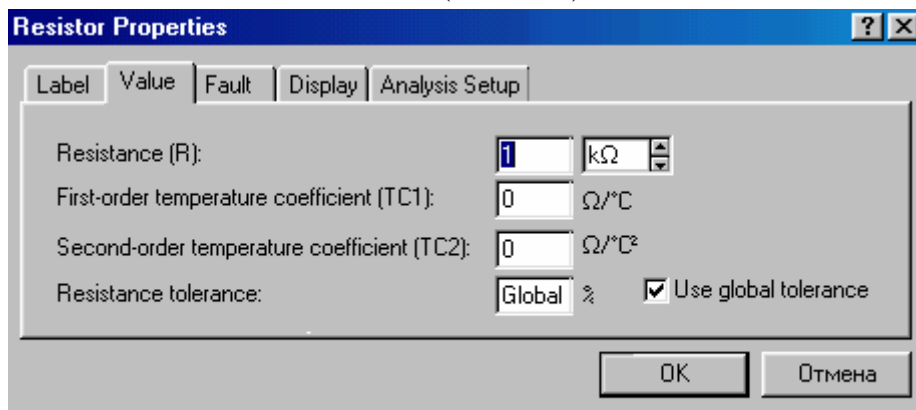



Рисунок 4.4

Component Properties...

(. 4.4),

4.4

4.4.1

 4.4.2

1

U

Space.


 Рисунок 4.5

4.4.3

(. 4.5)

(. 4.6).

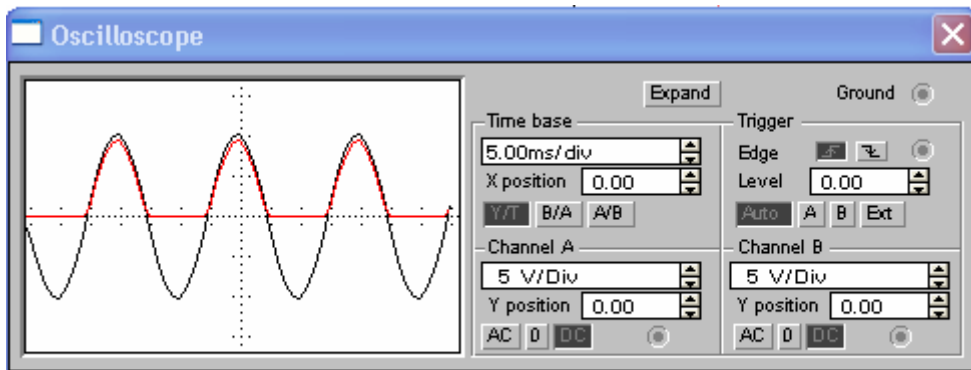


Рисунок 4.6

4.4.4
 U

U , U

: $U(t), U'(t), U''(t)$.

. 4.4.4

Pause;

Expand

(. 4.7);

U_m

U_m

1 2

(. 4.7).

$$U_m = VA2 - VA1,$$

$$U_m = V_2 - V_1.$$

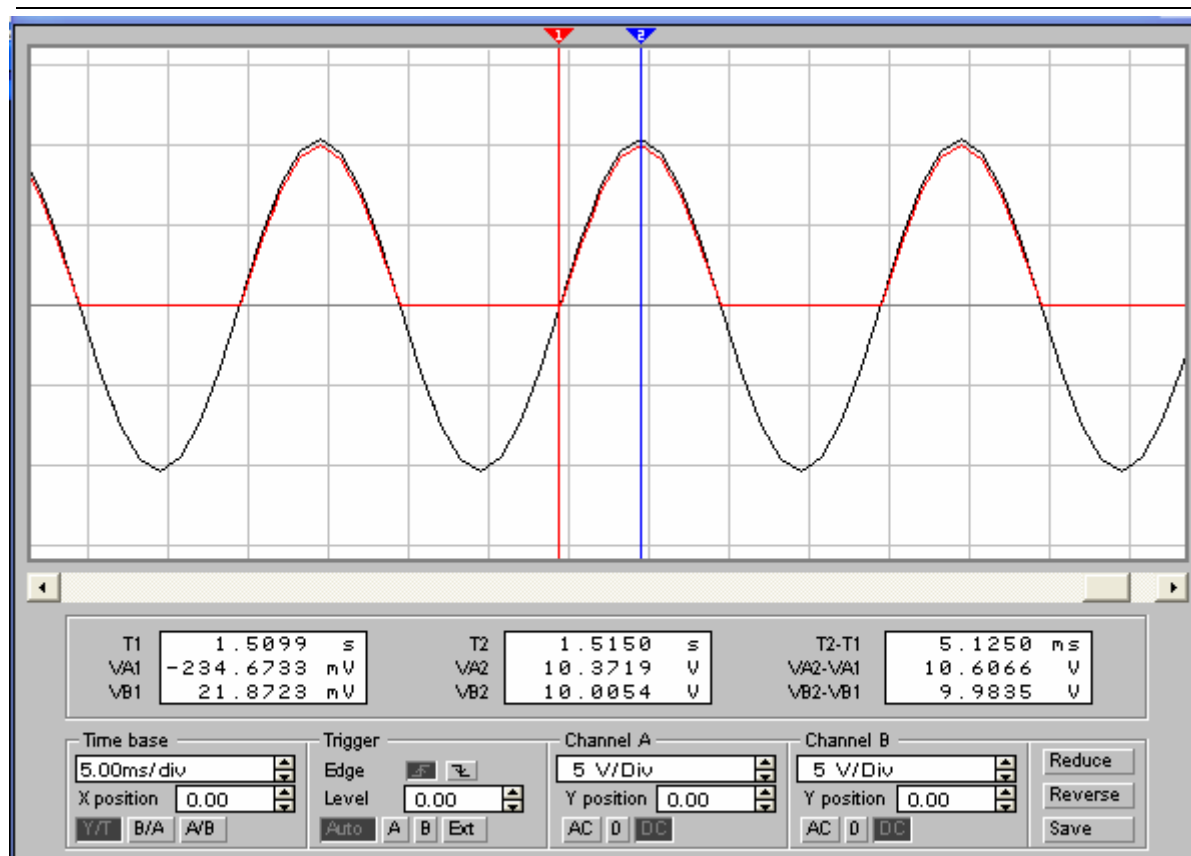


Рисунок 4.7

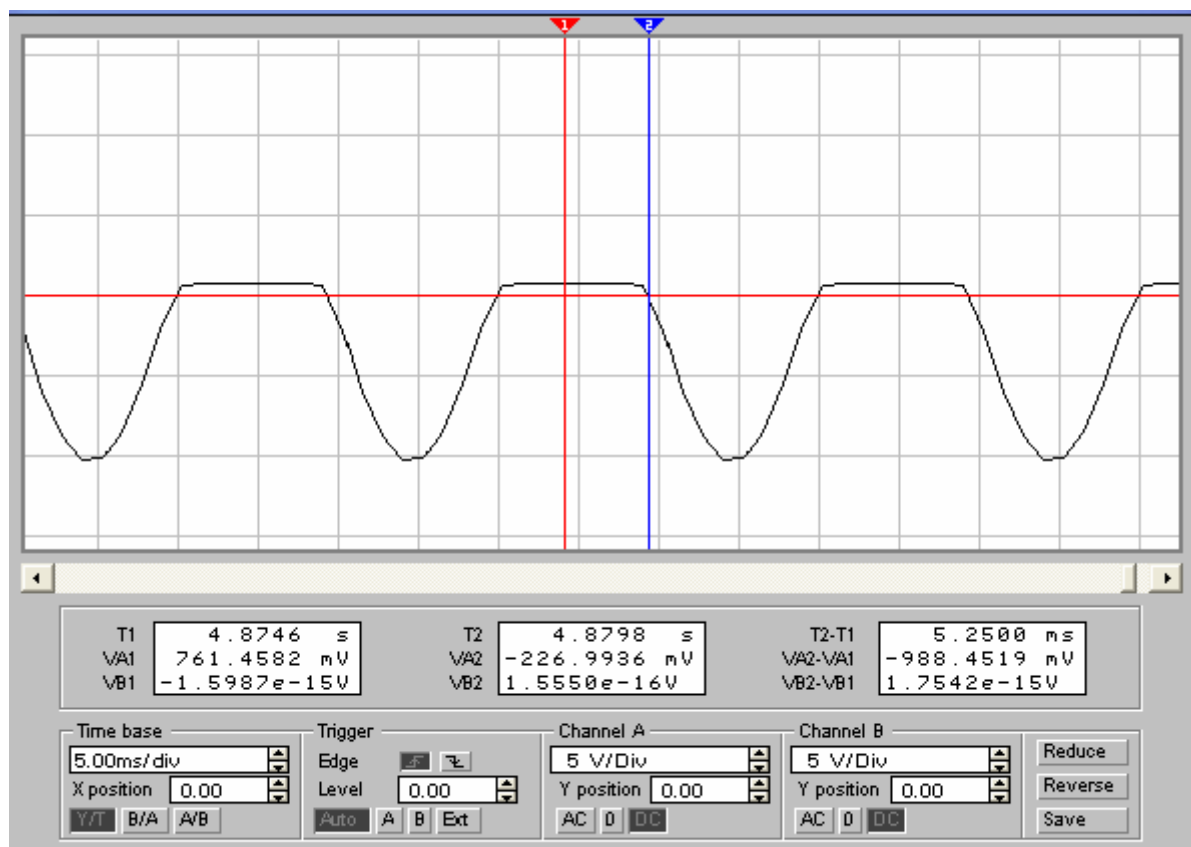


Рисунок 4.8

Space

U

(. 4.8).

1 2

:

$$U_m = VA2 - VA1.$$

2
-

$$U_m = VA2 - VA1.$$

4.4.6

. 4.1.

4.1 -

	.	.	.	% ,
$U_{1,}$				
$U_{2,}$				
$U_{,}$				

4.4.7

:

-

;

-

;

-

;

-

.

4.4.8

(
: $U_{,}$, $U_{,}$, $U_{,}$, $U_{,}$.)

4.4.9

R
. 4.4.4 , -

$$R_1 = 50 + 10 ,$$

$$R_2 = 5 + , ,$$

4.2

-

. (. 4.3.3).
. 4.2.

-
-

$R ,$	$R ,$	$U ,$
50 +10N		
5 + N		

4.4.10

.

5

5.1

5.1.1

.

5.1.2

. 3.2.

5.1.3

. 3.3 – 3.6.

5.1.4

. 4.1 4.2.

5.2

5.2.1

. 4.4.4.

5.2.2

4.1.

5.2.3

. 4.4.7 4.4.8.

5.2.4

4.2.

5.2.5

. 4.4.10.

6

6.1

.

6.2

.

6.3

.

6.4

.

6.5

.

1

. . . .

. . . .

:

.

-

2

. –

. . . .

:

, 2004.

. – . 26 – 42.

. –

,

1980. – . 29 – 82.

1

- 1.1 : ()
- 1.2 ().
- 1.3 .

2

- - “ (” (), “ .

” .

, — . -

, . -

.) , (-

. , -

.

:

- ();

- ();

- ().

-

. 2.1 2.2.

2.1 – *h*-

			()
h_{11}	$U = \text{const}$	$h_{11} = \frac{\Delta U}{\Delta I}$	
h_{12}	$I = \text{const}$	$h_{12} = \frac{\Delta U}{\Delta U}$,
h_{21}	$U = \text{const}$	$h_{21} = \frac{\Delta I}{\Delta I}$	-
h_{22}	$I = \text{const}$	$h_{22} = \frac{\Delta I}{\Delta U}$	-

2.2 – *h*-

			()
h_{11}	$U = \text{const}$	$h_{11} = \frac{\Delta U}{\Delta I_E}$	
h_{12}	$I_E = \text{const}$	$h_{12} = \frac{\Delta U}{\Delta U}$,
h_{21}	$U = \text{const}$	$h_{21} = \frac{\Delta}{\Delta}$	-
h_{22}	$I_E = \text{const}$	$h_{22} = \frac{\Delta}{\Delta U}$	-

3

3.1

3.2

3.3

. 3.1.

h-

4

4.1

(. 4.1), (. 4.2)

-

,

-

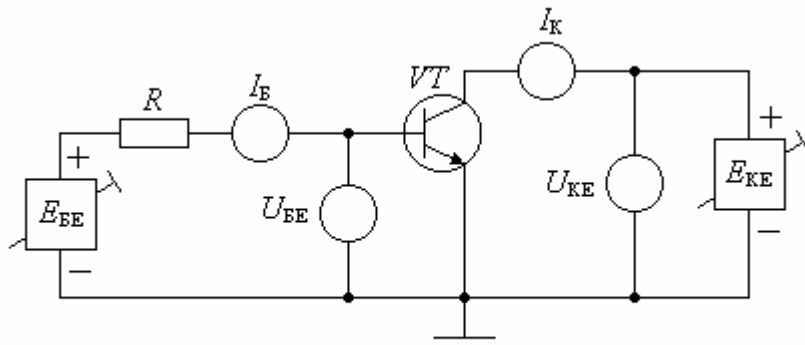


Рисунок 4.1 – Схема дослідження транзистора зі спільним емітером

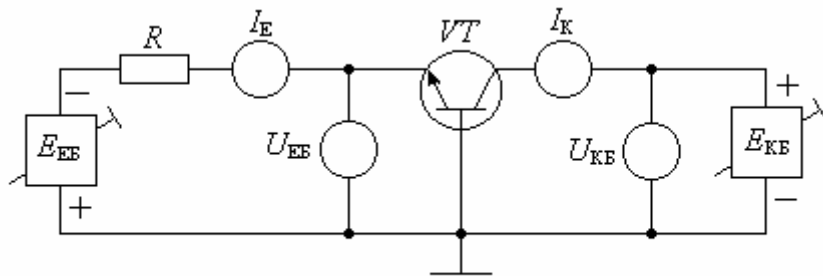
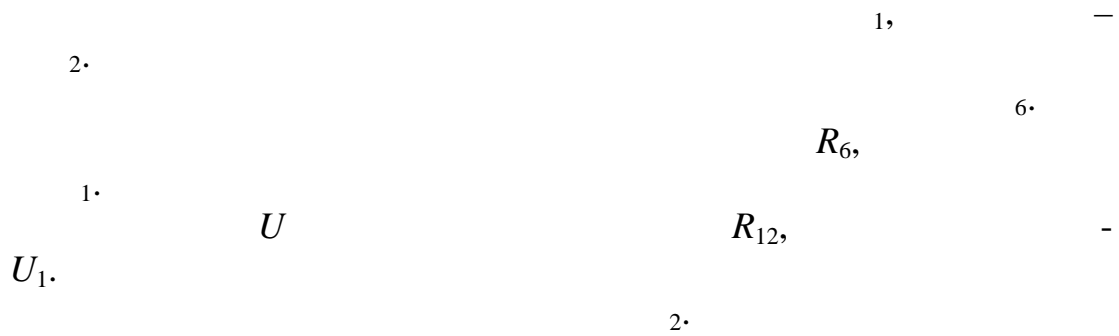


Рисунок 4.2 – Схема дослідження транзистора зі спільною базою



4.2

4.2.1

6 “ ”.

4.2.2

“ ”

4.2.3

1 — 2.
R

4.2.4

$= f(U)$,

: 1; 2; 4; 5; 10; 20 . . .

4.2.5

$$=f(U)$$

$U = 0,1 ; 5$,
 (U_1) R_6 ,
 $U (U_1)$
 $=f(U)$.
 U R_{12}

U_2 .

4.2.6

$$= f(U)$$

: 1; 2; 4; 5; 10; 20 . . .

4.2.7

$$=f(U)$$

$= 0,05 ; 0,1 ; 0,15$,
 $U (U_2)$ R_{12} ,
 (U_2)
 $=f(U)$.

4.3

4.3.1

“ ”.

6

4.3.2

R

4.3.3

$$= f(U)$$

: 1; 2; 4; 5; 10; 20 . . .

4.3.4

$$=f(U)$$

$U = 0,1 ; 5$,
 (U_1) R_6 ,
 $U (U_1)$
 $=f(U)$.
 U R_{12}

U_2 .

4.3.5 $=f(U)$, : 1; 2; 4; 5;
 10; 20 . .
 4.3.6 ,

$=f(U)$
 $= 1 ; 2 ; 3$, R_{12} ,
 $U (U_2)$
 (2)
 $=f(U)$.
 4.3.7 -

4.4

4.4.1 $h_{11} ; h_{21} ; h_{22} = 0,1$ -

4.4.2 $U_1=4 ; U_2=5 ; U_3=6$.
 $h_{11} ; h_{21} = 2$

. 4.4.1.

4.4.3 $h-$ -

5

5.1

5.1.1 . 3.1.

5.1.2 . 3.2.

5.1.3 . 3.3.

5.2

5.2.1 . 4.2.5 4.2.7.

5.2.2 . 4.3.4 4.3.6.

5.2.3 . 4.3.7 4.4.3.

6

6.1 .

6.2 .

6.3 .

6.4 $h-$.

-
- 1 : . -
 - 2 , 2004. . - .58 - 83. ,
 - 3 , 1981. - . 166 - 248. : -

1

- 1.1
- 1.2
- 1.3
- 1.4
- 1.5
- 1.6

2

R VT , R_K , 2.1,
 U - ;
 U -

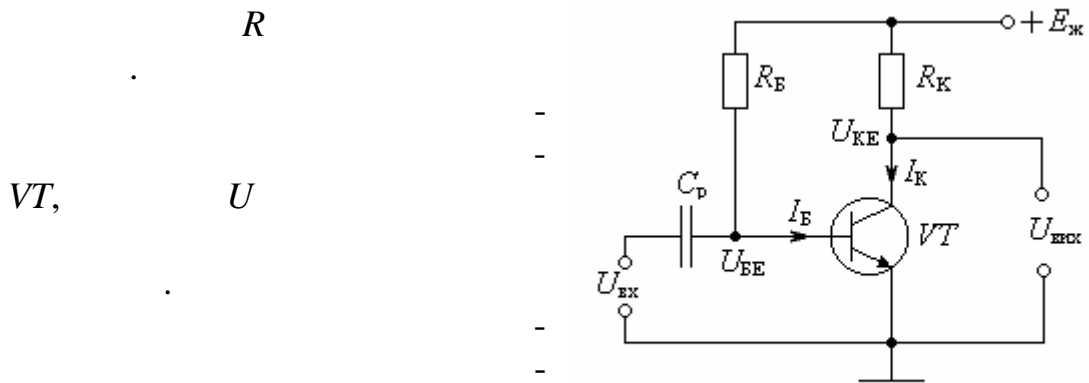


Рисунок 2.1 – Принципова схема підсилювача зі спільним емітером

$$U_0 = 0,5(- U \quad). \tag{1}$$

$$= \frac{E - U_{0K}}{R_K}, \tag{2}$$

$$= \frac{I}{R}, \tag{3}$$

R

$$R = \frac{E - 0,7}{I}. \tag{4}$$

R (4).

U (2.2,).

(2.2,) U
(2.2,) R

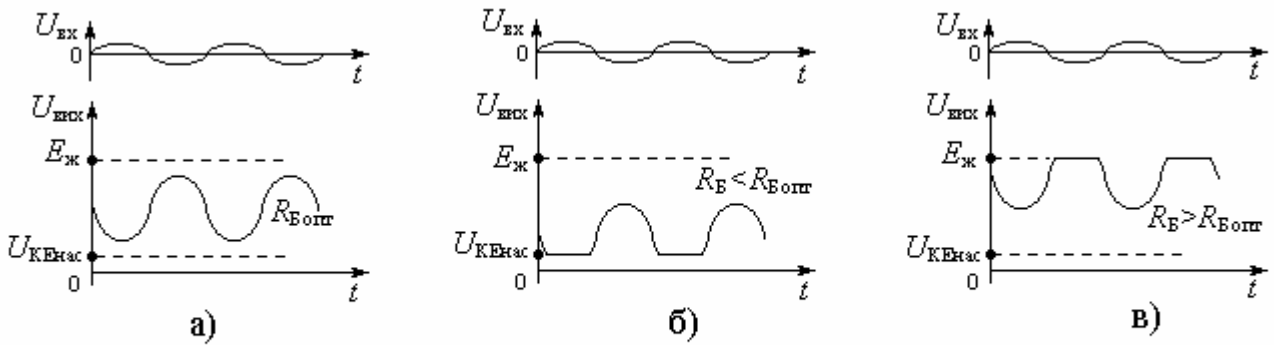


Рисунок 2.2 – Діаграма роботи підсилювача:

а – при $U_{0К} = 0,5(E_{ж} - U_{КЕтас})$; б – при $U_{0К} < 0,5(E_{ж} - U_{КЕтас})$; в – при $U_{0К} > 0,5(E_{ж} - U_{КЕтас})$

3

3.1

3.2

, - ;

).

$$U = (15 + 0,5N), \quad N -$$

3.3

$$U = 0,7 = 25.$$

$$R, \quad R_K = 1,$$

3.4

. 4.1.

4

4.1

“ ” (4.1).

4.2
4.2.1

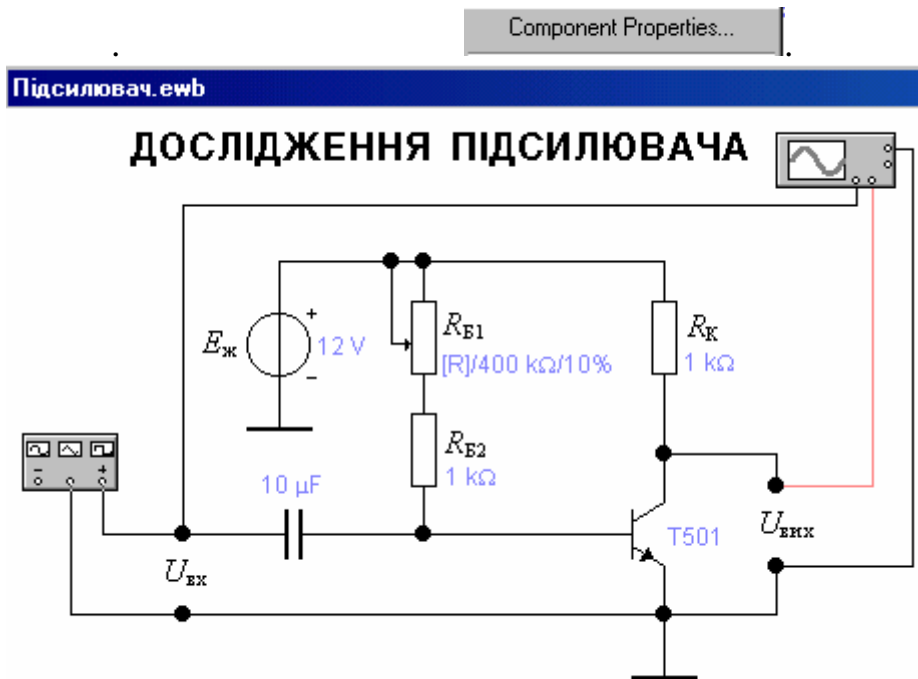


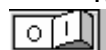
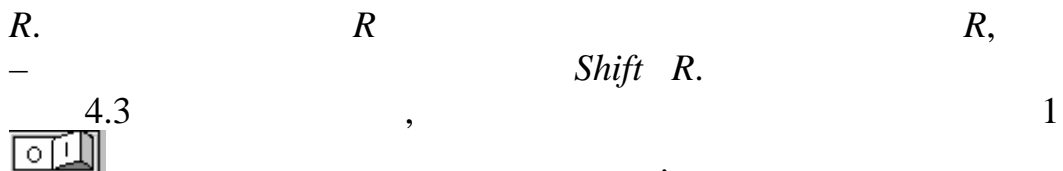
Рисунок 4.1 – Схема дослідження підсилювача

4.2.2



. 3.3.

4.2.3



4.3



Рисунок 4.2

4.4 (. 4.2)

4.5

R (1).

4.6

4.6.1



Рисунок 4.3

(. 4.3)

4.6.2

Frequency
1 Hz.

(. 4.4).

Hz

4.6.3 Amplitude

mV -

4.6.4

Pause;
Expand

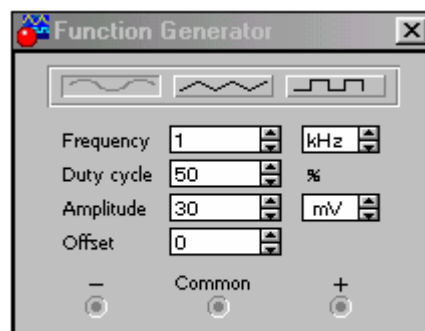


Рисунок 4.4

(. 4.5).

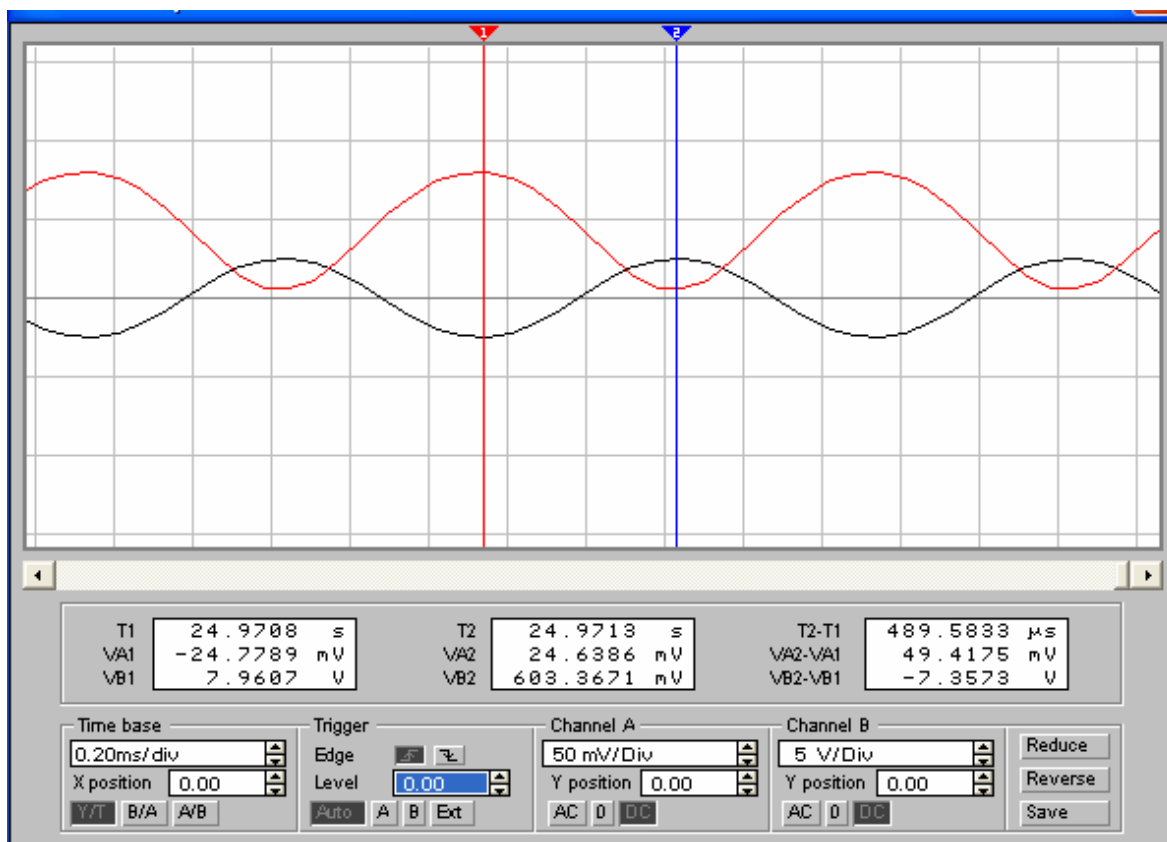


Рисунок 4.5

4.6.5

- ;

4.6.6

U_m

U_m

$$= \frac{U_m}{U_m}$$

. 4.1.

4.1 –

	U_m ,	U_m ,		U_0 ,
1				
2				

(. 4.5) U_m U_m 1 2 - .

$$2 U_m = VA2 - VAI,$$

$$2 U_m = V 2 - V 1.$$

4.6.7 ()

4.6.8 -

. 4.6.6 . 4.1.

4.6.9

4.7 -

4.7.1 -

(. 2.2, R , . 2.2,)

(, - -

;

).

!!!

(. 4.4) (. 4.5)

4.7.2 R

5

5.1

5.1.1

5.1.2

5.1.3

5.1.4

5.1.5 . 4.1.

5.2

5.2.1 . 4.6.5.

5.2.2 4.1.

5.2.3 . 4.6.9.

5.2.4 . 4.7.1.

5.2.5 . 4.7.2.

6

6.1

6.2 ' -

6.3 ' .

6.4 .

6.5 -

.

1 : -

. - , 2004. . - . 70 - 81.

2 : . -

, 1983. - 264 .

3 : . - -

, 1989. - 400 .

4 : .

- , 1982. - . 28 - 39.

5 - , 1983. - . 1. . 111 -

121.

1

- 1.1
- 1.2
- 1.3
- 1.4

2

2.1, -
 R_E ;
 U - ;
 U - ;
 VT , U -

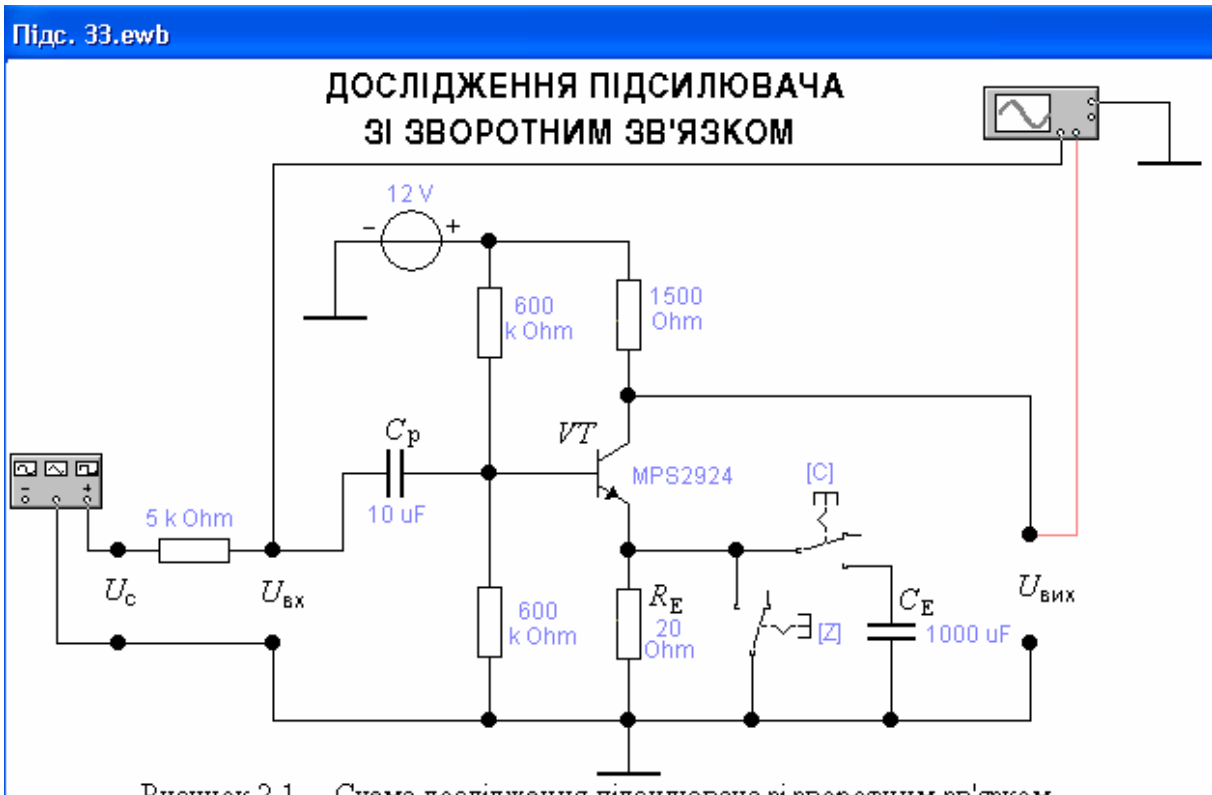


Рисунок 2.1 – Схема дослідження підсилювача зі зворотним зв'язком

Z , (-
), () .

(2.2,), :

U

(2.2,).

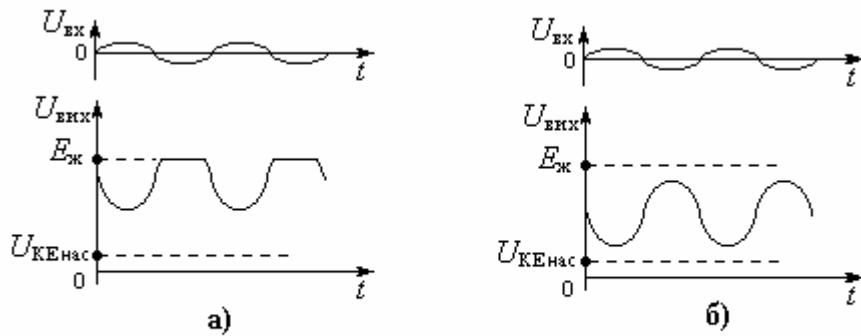


Рисунок 2.2 – Діаграма роботи підсилювача:
а – без ЗЗ; б – за наявності ЗЗ

R

U

R R :

$$U = U \frac{R}{R_c + R}, \quad (1)$$

U –
 U –

(1)

$$R = \frac{U}{U_c - U} R. \quad (2)$$

3

3.1

3.2

3.3

.4.1 4.2.

4

4.1 “ . ” (. 2.1).

4.2 1 



Рисунок 4.1

4.3 (. 4.1)

4.4



Рисунок 4.2

4.4.1

4.2)

(. 4.3).

4.4.2

Frequency
Hz

1 Hz.

4.4.3

Z.

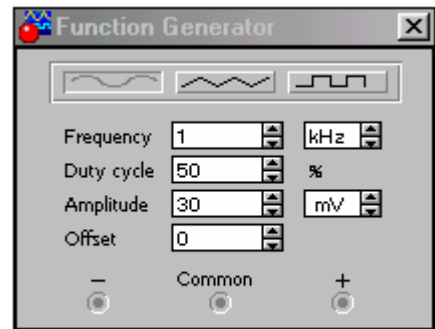


Рисунок 4.3

R

!!!
(. 4.4)

(. 4.3)

4.4.4

Amplitude

mV

4.4.5

Pause;
Expand

(. 4.4).

4.4.6

U_m

U_m

$$= \frac{U_m}{U_m}$$

U_0 ,

. 4.1.

4.1 –

	U_m ,	U_m ,		U_0 ,

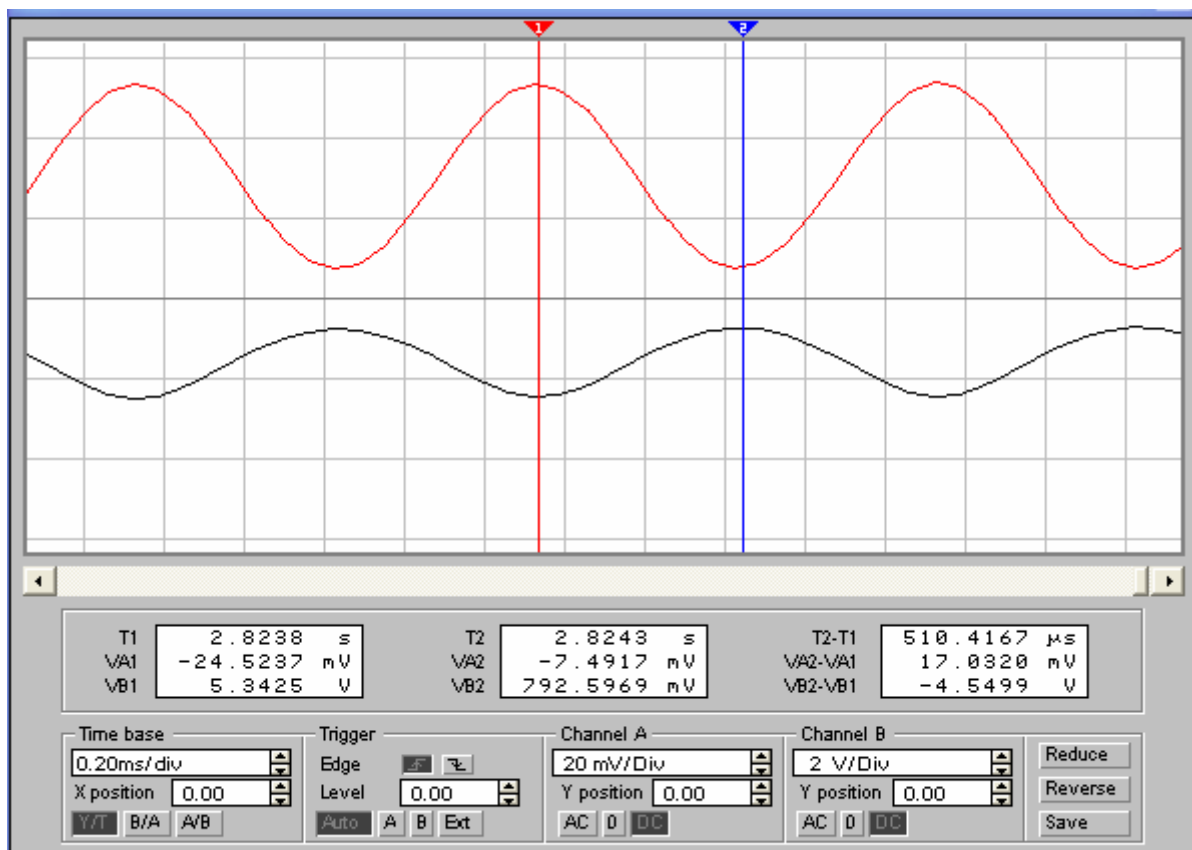


Рисунок 4.4

(4.4) U_m U_m 1 2 - .

$$U_m = VA2 - VA1,$$

$$U_m = V 2 - V 1.$$

4.7

4.7.1

4.7.2

Z.
Amplitude

R -

mV

4.7.3 U_m 4.4.6 U_m U_0 ,
 . 4.1.
 4.7.4 , -
 .
 4.7.5 (, - ;
).
 4.7.6 Z.
 4.7.7 . 4.7.5 -
 U_m ,
 4.7.8 ,
 .
4.8 ,
 4.8.1 . 4.7.1 4.7.2.
 4.8.2 U 4.2 -
 U_m

Amplitude

(2). -
 . 4.2.

-			
	U_m ,	U_m ,	R ,

4.8.3
 . 4.7.6
 . 4.8.2.
 4.8.4 ,
 ,
 .
 , -
 .

5

5.1
 5.1.1 , .
 5.1.2 ,
 .
 5.1.3 . 4.1 4.2.

5.2

- 5.2.1 4.1.
- 5.2.2 . 4.7.4.
- 5.2.3 . 4.7.5; 4.7.7.
- 5.2.4 . 4.7.8.
- 5.2.5 4.2.
- 5.2.6 . 4.8.4.

6

- 6.1 , ' () .
- 6.2 , .
- 6.3 .
- 6.4 , .
- 6.5 , .
- 6.6 , .

- 1 : . -
- 2 . - : . . . , 2004. 1. - . 114 - 135.
- 3 , 1983. - 264 . : . - :
- 4 , 1989. - 400 . : . - :
- 5 : . - : , 1982. - . 32 - 34. : . - : , 1983, - .1. .154.

1

- 1.1
- 1.2
- 1.3
- 1.4
- 1.5

2

$$= \frac{E_{KE} - U_{KE}}{R_K}, \quad (1)$$

$$\frac{E_{KE} - U_{KE}}{U_K} ;$$

$$1 = \frac{h_{21E}}{h_{21E}}, \quad (2)$$

$$h_{21E} -$$

1 -

1

$$S = \frac{1}{S} \tag{3}$$

$$S > 1, \quad S > 1.$$

S

3

3.1

3.2

3.3

3.4

. 4.1 4.2.

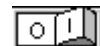
4

4.1

“ ” (. 4.1).

4.2

1



4.3

(. 4.2)



Рисунок 4.2

4.4

(. 4.3)



Рисунок 4.3

(. 4.4).

Ключ стат. елб

ДОСЛІДЖЕННЯ КЛЮЧА В СТАТИЦІ

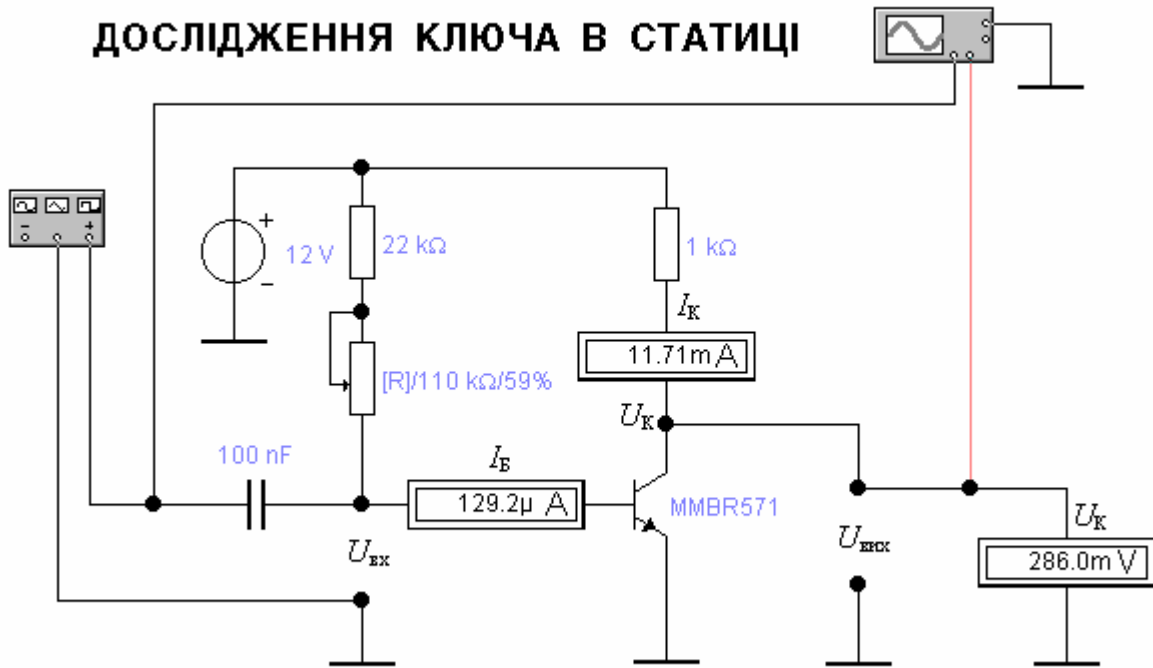


Рисунок 4.1 – Дослідження транзисторного ключа в статичі

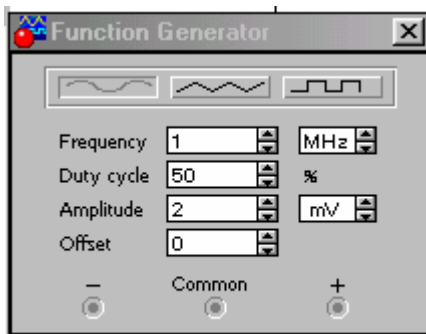


Рисунок 4.4

4.5

Frequency
Hz

1 Hz.

4.6

Amplitude
mV

2 mV.

4.7

S,

U_0

U_m

4.7.1

U_0

U_m

S,

Shift R (

R,

R 100 %).

!!!

(. 2.3)

(. 4.4)

, , U_0 ,
 U_m ,
 (.4.5).

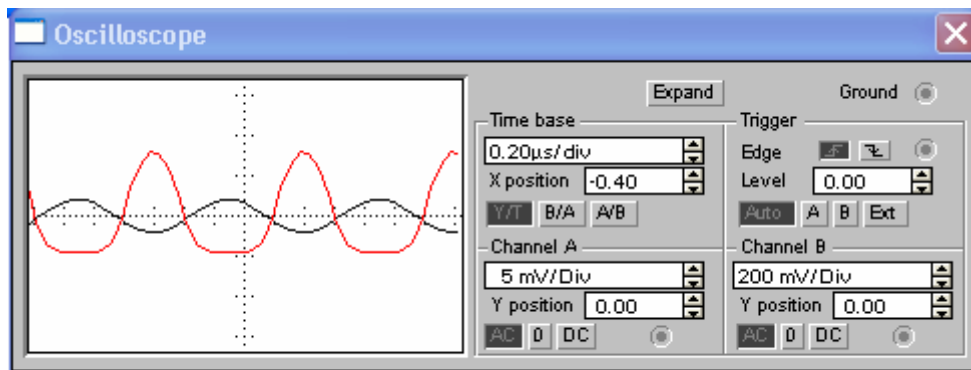


Рисунок 4.5

.4.1.

4.1 –

		S	U_0 ,	U_m ,
100		1		
200				
300				
400				
500				

4.7.2

, , U_0 , S , U_m .

4.8

4.8.1 “ ” (.4.6).

4.8.2 .4.3 4.4.

4.8.3 **Frequency** Hz

1 Hz (.4.7).

4.8.4 **Amplitude** V, -

2,5 V **Offset** 2,5 V.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНЗИСТОРНОГО КЛЮЧА В ДИНАМІЦІ

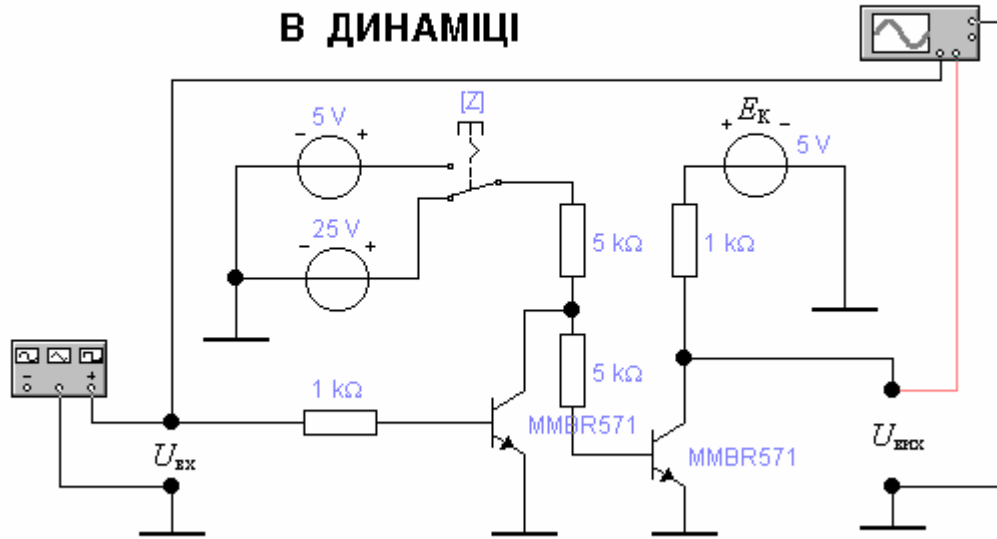


Рисунок 4.6 – Схема дослідження транзисторного ключа в динаміці

4.8.5

(. 4.7).

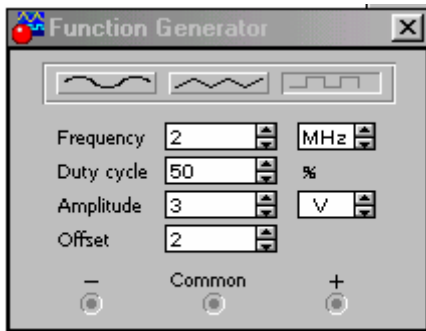


Рисунок 4.7

4.8.6

5 V

Z.

4.8.7

(.

:

Pause;
Expand

;

(. 4.8);

ime base

4.8.8

1

,

:
2 -

;

2 - 1;

. 4.2.

4.2

S_1		
$5 S_1$		

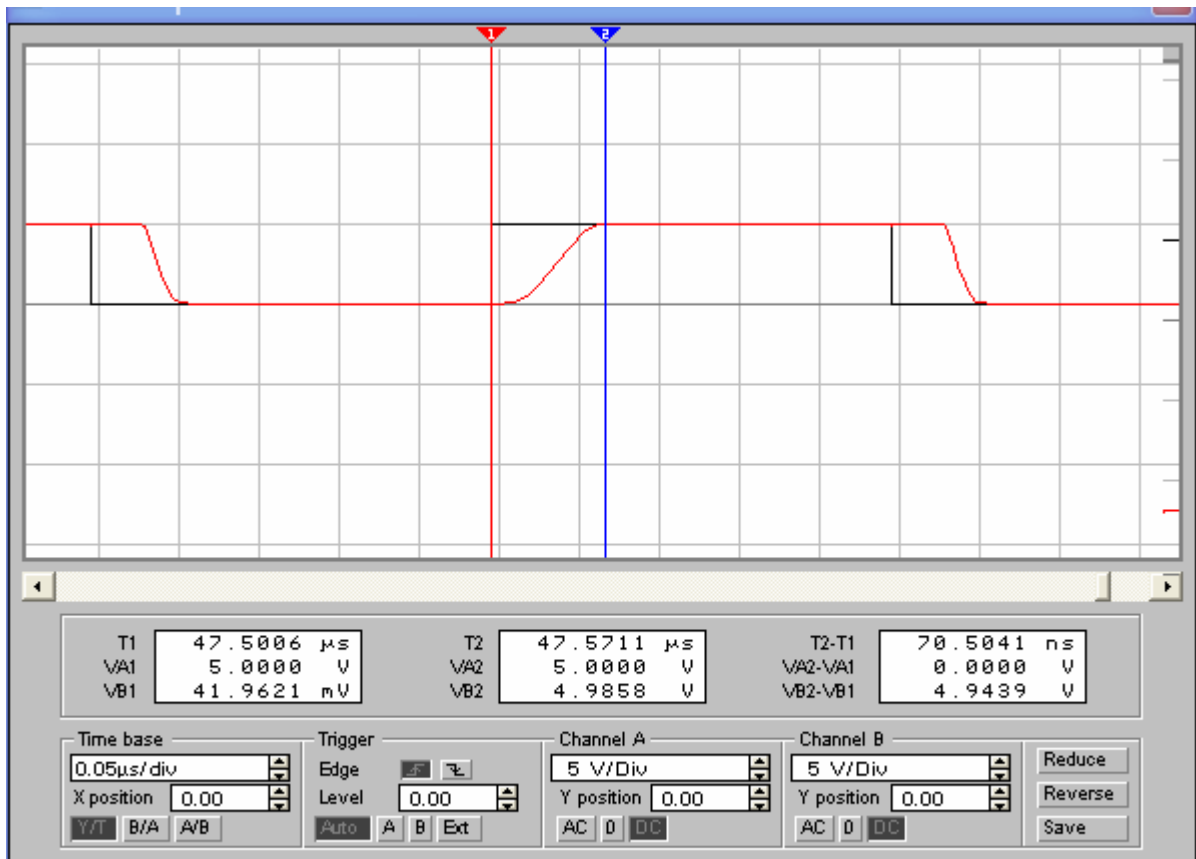


Рисунок 4.8

4.8.9
25 V Z .4.8.8.
4.8.10

4.9

4.9.1 4.8.6 4.8.9

Frequency

(.4.9).

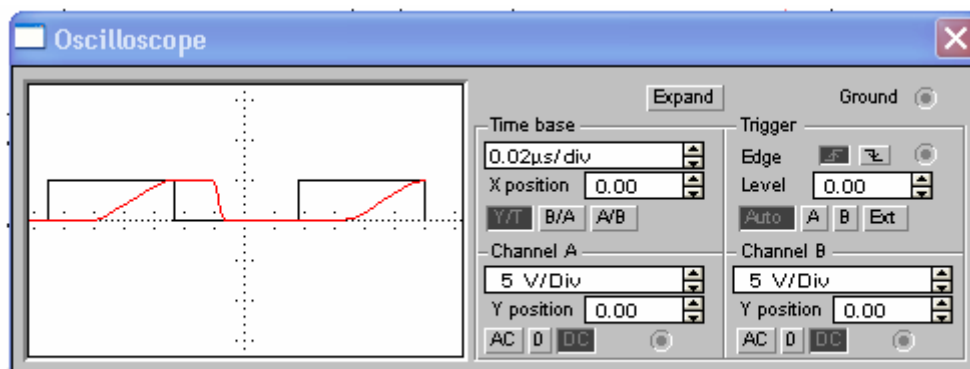


Рисунок 4.9

	:		
4.9.2		. 4.2.	-
4.9.3			-

5

5.1			
5.1.1			-
5.1.2			-
5.1.3			
5.1.4	. 4.1	4.2.	
5.2			
5.2.1	4.1.		
5.2.2		. 4.7.2.	
5.2.3		. 4.8.7.	
5.2.4	4.2.		
5.2.5		. 4.8.10.	

6

6.1			
6.2			
6.3			
6.4			
6.5			
6.6			

1	.. ,	..	:	..	-
2	.. , 1983. -264	..	:	.. , 2004. . - . 104 - 110.	
3	.. , 1989. - 400	..	:	.. - ..	-
4	.. , 1982. - . 93 - 95.	..	:	..	

8

1

1.1	:	-
1.2	.	-
1.3	.	-
1.4	.	-

2

.	.	-
.	.	-
,	.	-
.	.	-
,	.	-
.	.	-

3

3.1	.	-
3.2	.	-

4

4.1	“ ”(.4.1).	-
-----	-------------	---

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЗИСТИВНОГО ДИФЕРЕНЦІЙНОГО КАСКАДУ

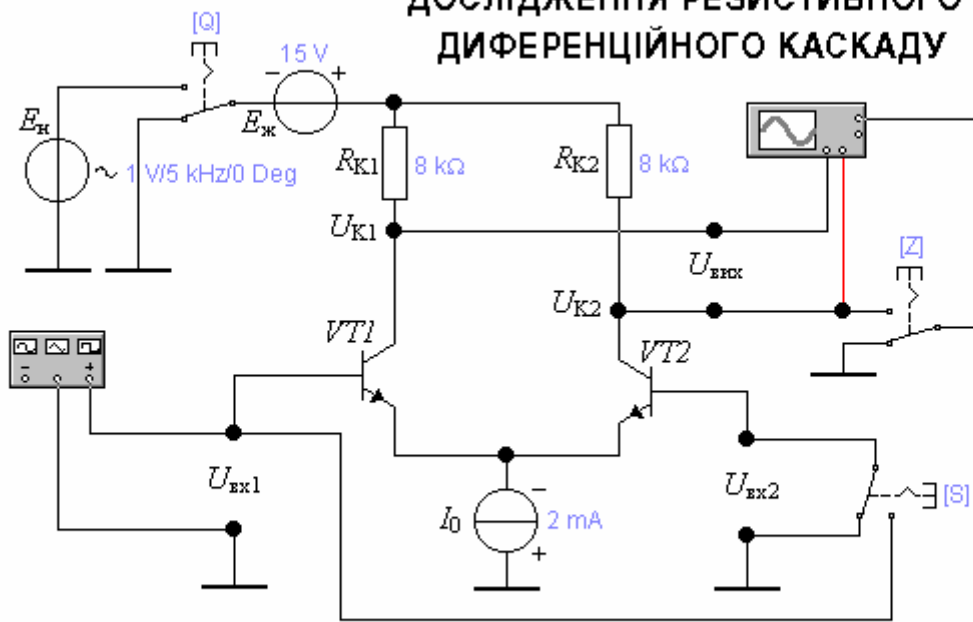


Рисунок 4.1 – Схема дослідження диференційного каскаду з резистивним навантаженням



Рисунок 4.2

4.2
(. 4.2)
4.3

(. 4.3)



Рисунок 4.3



Рисунок 4.4

4.4
(. 4.4)

Frequency
10 kHz.

(. 4.5),
kHz

4.5
U

Z

Z.

Amplitude

4.6
“mV”.

4.7

4.7.1

U_2

S (

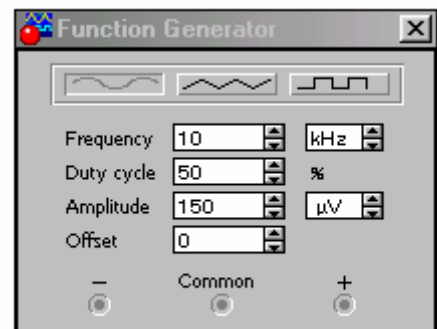


Рисунок 4.5

).

4.7.2

$Q(\quad , \quad)$.

4.7.3

Amplitude

(. 4.5).

4.7.4

Pause;

Expand

(. 4.6).

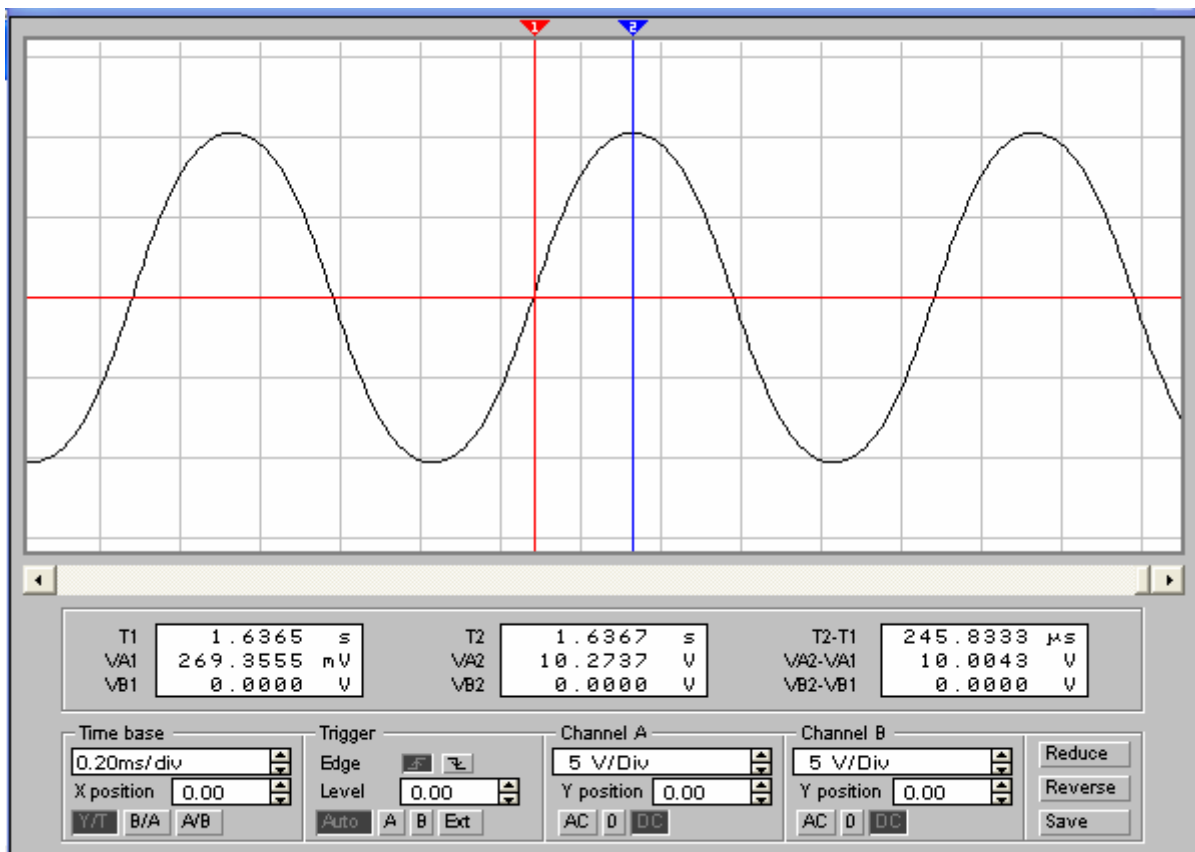


Рисунок 4.6

4.7.5

U_m

1 2

(. 4.6).

$$U_m = V \cdot 2.$$

$$= \frac{U}{U_m},$$

U_m –

(. 4.5).

Amplitude

. 4.1.

4.1 –

	U_m ,	U_m ,	
R			
R			

4.8

4.8.1

Q

Q .

4.8.2

U_2 -

$S($

$S.$

4.8.3

U_1 U_2

Z

4.8.4

$($

U_1 $U_2,$

-

U ,

-

$Z),$

-

4.8.5

,

U_2

U_1

$S($

$)$

$S.$

4.8.6

. 4.8.4.

4.8.7

:

-

$($

$)$

;

-

$(U_1; U_2)$

(U) .

4.9

4.9.1

Q

Q .

4.9.2

. 4.8.4.

4.9.3

-

4.10

4.10.1

“ ” (. 4.7).

4.10.2

Amplitude

“ μV ”.

Amplitude

-

4...5 .

**ДОСЛІДЖЕННЯ ДИФЕРЕНЦІЙНОГО КАСКАДУ
З ДИНАМІЧНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ**

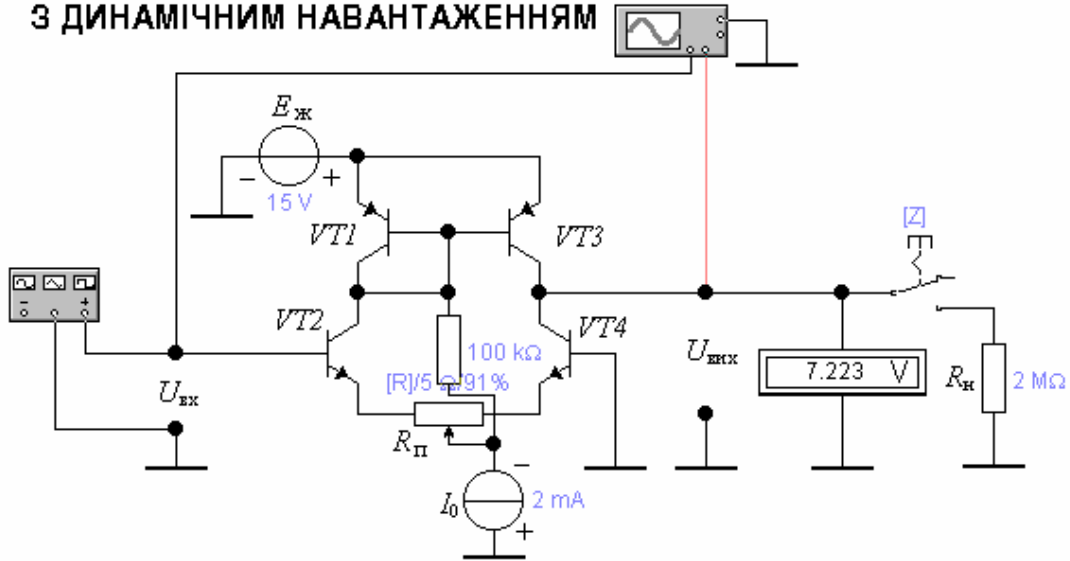


Рисунок 4.7 – Схема дослідження диференційного каскаду з динамічним навантаженням

4.10.3

$$R \text{ (. 4.7).}$$

R
Shift R - -

4.10.4

Amplitude

$$U_m = 6,5$$

$$\text{(. 4.5).}$$

4.10.5

$$R \text{ () } Z$$

()

4.10.6

$$U_m \quad U_m$$

1 2

$$\text{(. 4.6)}$$

$$\text{(. 4.8).}$$

$$2U_m = VA2 - VA1,$$

$$2U_m = V 2 - V 1.$$

$$= \frac{U_m}{U_m} = \frac{VB2 - VB1}{VA2 - VA1}.$$

4.10.7

. 4.1.

4.10.8

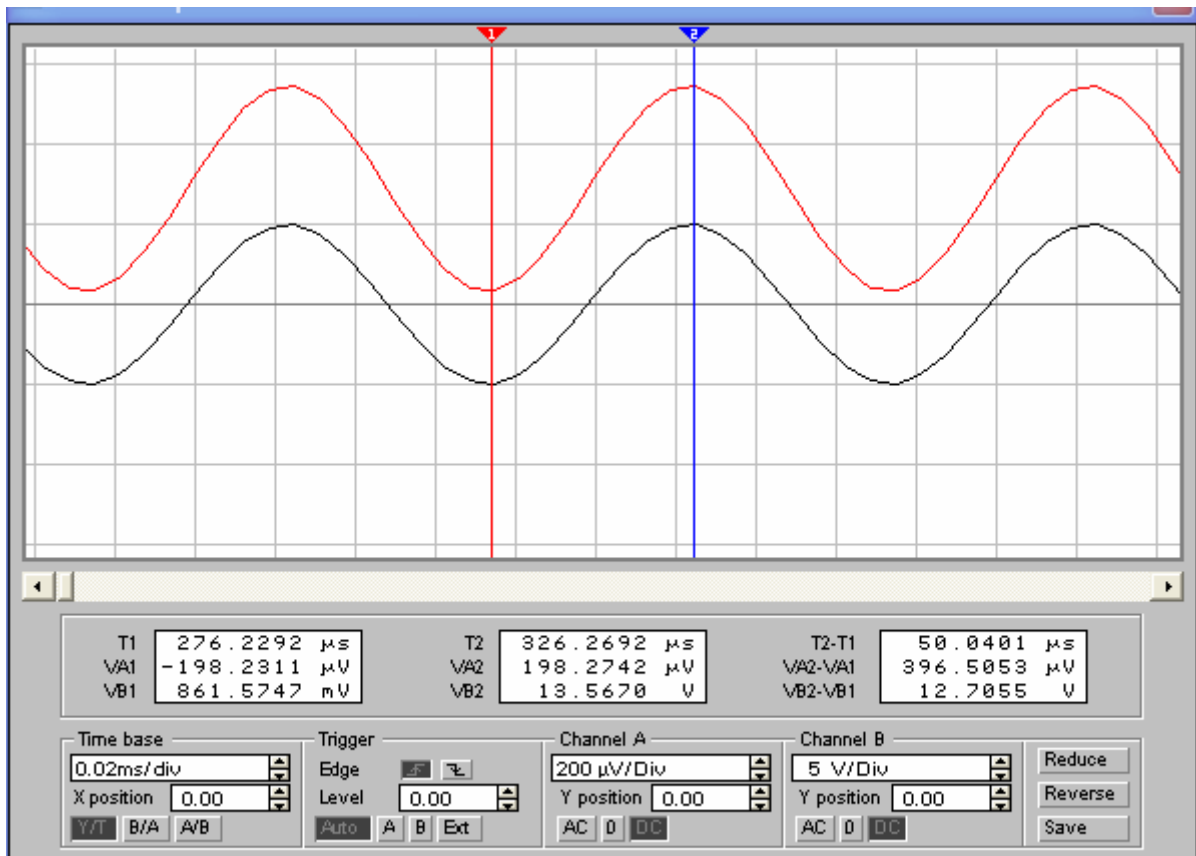


Рисунок 4.8

4.11

4.11.1

 R

(-

) Z.

4.11.2

. 4.10.6

4.1.

4.11.3

 R R **5****5.1**

5.1.1

5.1.2

5.1.3

. 4.1.

5.2

- 5.2.1 . 4.7.5.
- 5.2.2 4.1.
- 5.2.3 . 4.8.4.
- 5.2.4 . 4.8.7.
- 5.2.5 . 4.9.2.
- 5.2.4 . 4.9.3.
- 5.2.5 . 4.10.6.
- 5.2.4 . 4.10.8.
- 5.2.5 . 4.11.2
- 5.2.6 . 4.11.3

6

- 6.1 -
- 6.2 -
- 6.3 .
- 6.4 .
- 6.5 () .

- 1 : 1. - . 138 – 144. -
- 2 : . - . : . 2004. . 192, 194. -
- 3 : . - . : . 1980. - . 404 – 407. -

1

- 1.1
- 1.2
- 1.3
- 1.4
- 1.5

2

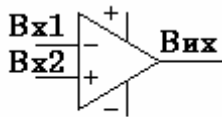


Рисунок 2.1

-
-

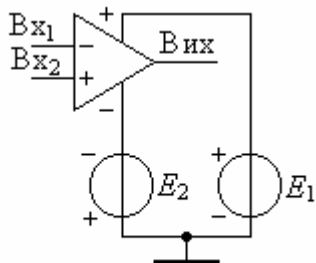


Рисунок 2.2

$$U_m \geq |E_1| = |E_2|$$

$$= \frac{R_2}{R_1}, \tag{1}$$

$$= \frac{R_2}{R_1} + 1, \tag{2}$$

$$R_1 \quad R_2 - , \tag{. 4.4 \quad . 4.11}.$$

. 2.2, . 2.3.

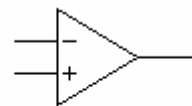


Рисунок 2.3

3

3.1
3.2
3.3
3.4

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega, \\ R_2 = 2 + 0,1N,$$

$N =$

. 4.1 4.2.

4

4.1 “ ” (. 4.4).

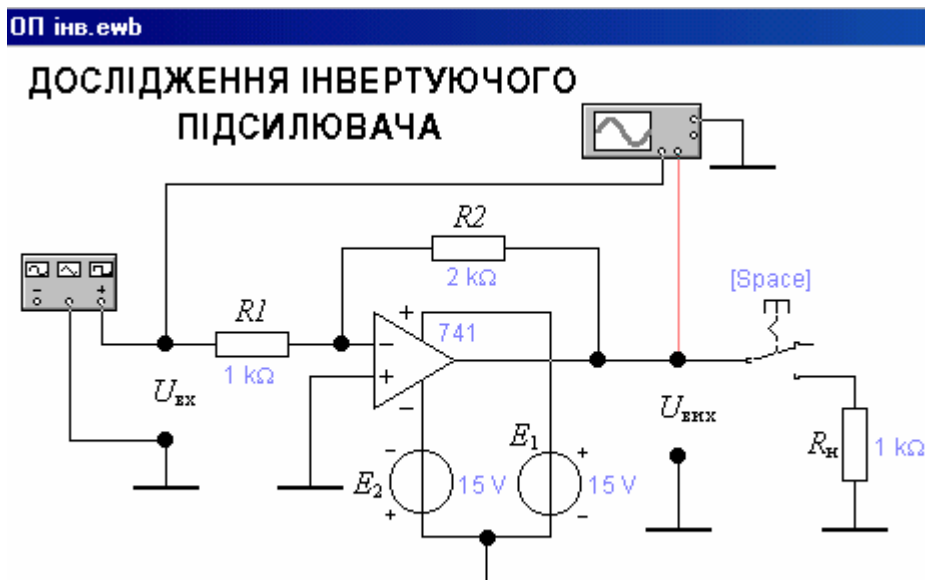


Рисунок 4.4 – Схема дослідження інвертуючого підсилювача

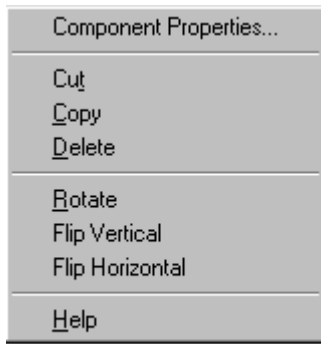


Рисунок 4.5

4.2

(. 4.5);

Component Properties...



4.3

4.4



Рисунок 4.6

(. 4.6)



Рисунок 4.7

4.5

(. 4.7)

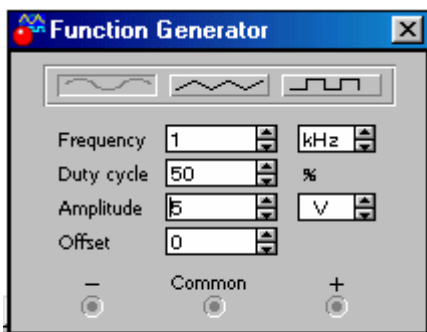


Рисунок 4.8

(. 4.8),

Frequency
kHz

1 kHz.

4.6

V

Amplitude

(. 4.9).

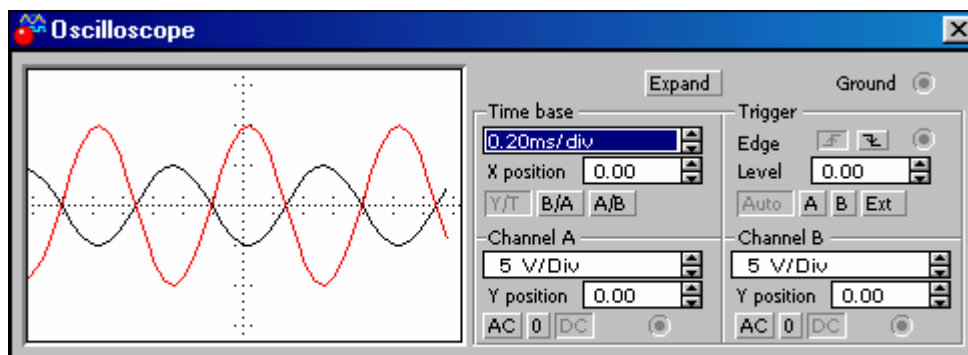


Рисунок 4.9

4.7

$$= \frac{U_m}{U}$$

4.7.1

—
—
—

Pause;
Expand

(. 4.10).

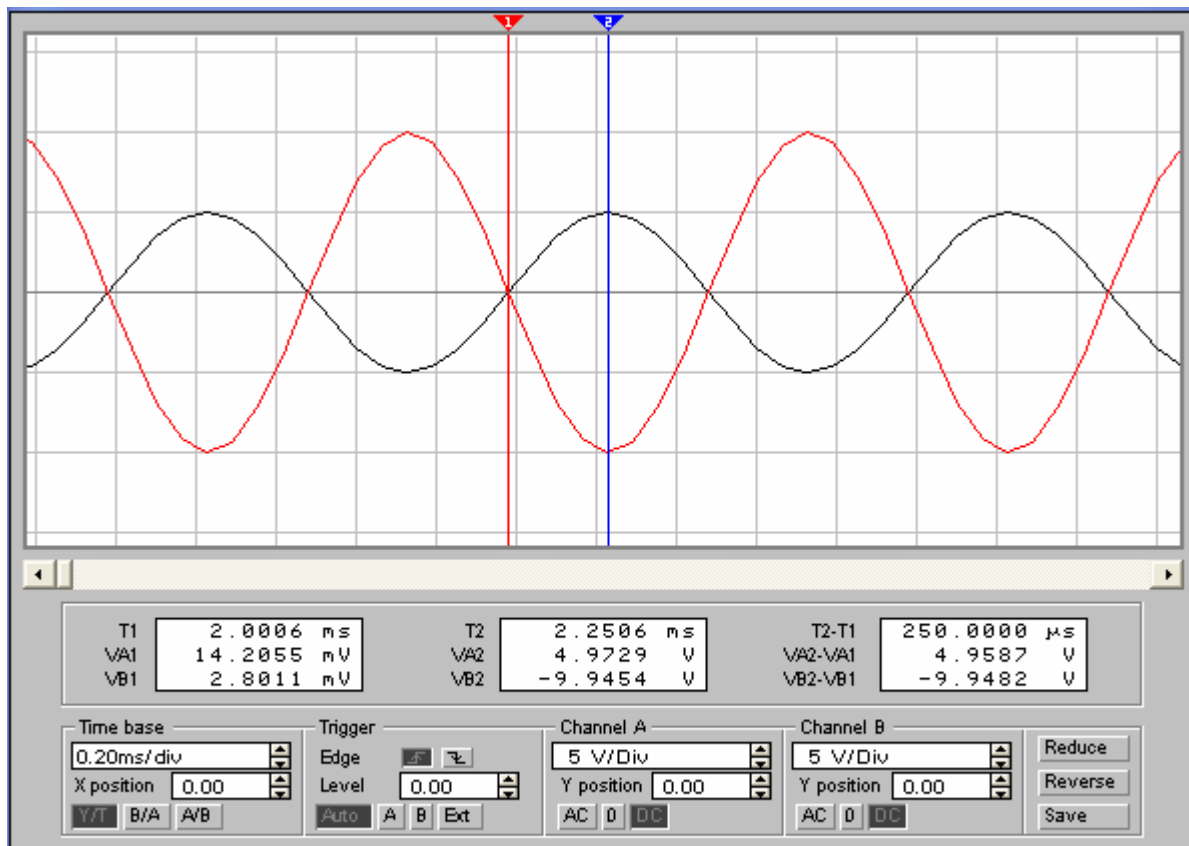


Рисунок 4.10

(. 4.10)

U_m U_m

1 2

$$U_m = VA2,$$

$$U_m = V 2.$$

$$= \frac{U_m}{U}$$

. 4.1.

4.1

$R_1,$	$R_2,$		
		.	.

4.7.2 (, -)

4.7.3 R_2 5 4.6

4.7.1.

4.7.4

4.8

$$= \frac{U_m}{U}$$

4.8.1 “ ” (. 4.11).

4.8.2 . 4.7.

ОП неінв.ewb

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕІНВЕРТУЮЧОГО ПІДСИЛЮВАЧА

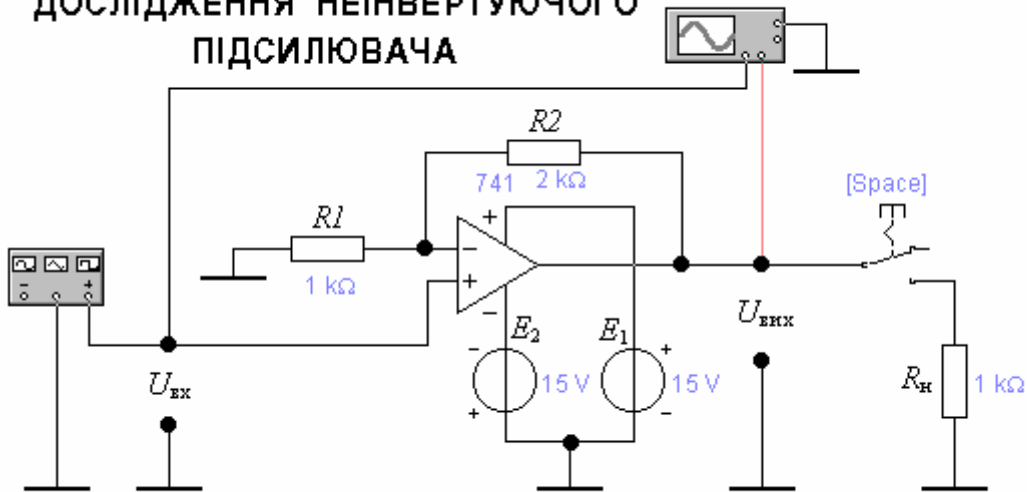


Рисунок 4.11 – Схема дослідження неінвертуючого підсилювача

. 4.2.

4.2

$R_1,$	$R_2,$		
		.	.

4.8.3

4.8.4

4.9

4.9.1

(.4.5);



4.9.2

4.9.3

4.10

4.10.1 “ ” (.4.12).

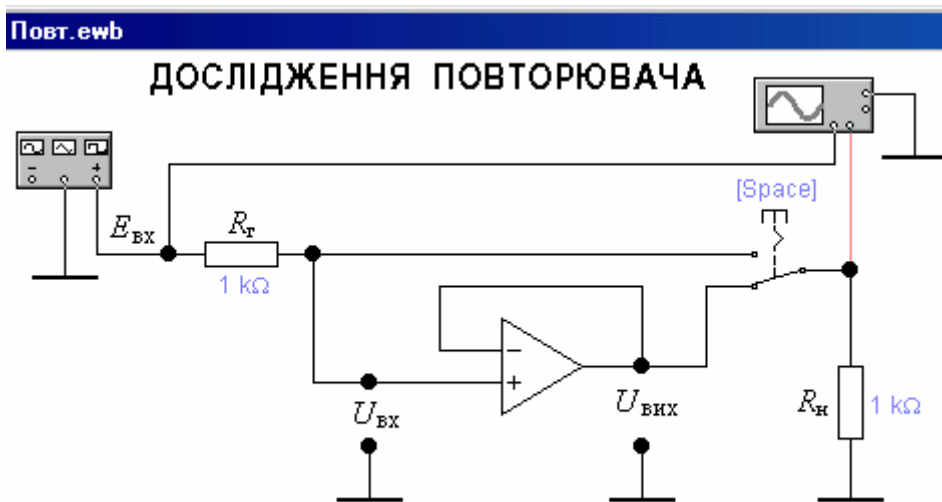


Рисунок 4.12 – Схема дослідження повторювача

4.10.2

. 4.3 ... 4.6.

4.10.3

R

R

Space ().

4.10.4

. 4.3.

4.3

	<i>U</i> ,	

4.10.5	<i>R</i>	-
<i>Space</i> () .		
4.10.6	() <i>U</i>	. 4.7.1 -
	4.3.	
4.10.7		-

5

5.1

5.1.1		
5.1.2		
5.1.3		
5.1.4		-
5.1.5	. 4.1, 4.2, 4.3.	
5.1		
5.2.1	. 4.7.	
5.2.2	4.1.	
5.2.3	. 4.7.2 4.8.3.	
5.2.4	. 4.7.4.	
5.2.5	. 4.8.	
5.2.6	4.2.	
5.2.7	. 4.8.4.	
5.2.8	. 4.9.2.	
5.2.9	. 4.9.3.	
5.2.10	4.3.	
5.2.11	. 4.10.7.	

6

6.1		-
6.2		-
6.3		

-
- 1 : -
 - 22004. 1. - .145 - 171. .
 - .: ,1982. - 512 .
 - 3- .: ,1983, - .1. 598 .
 - 4- .:
 - ,1985. - 572 .

1

- 1.1 () .
- 1.2 -
- 1.3 .
- 1.4 ' .
- 1.5 -

2

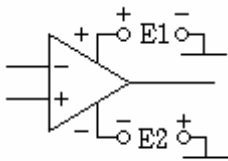


Рисунок 2.1

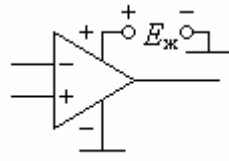


Рисунок 2.2

1 2 (. 2.1),
(. 2.2).

$$\leq |E_1| + |E_2|.$$

U_1

1 2,

(. 2.3),

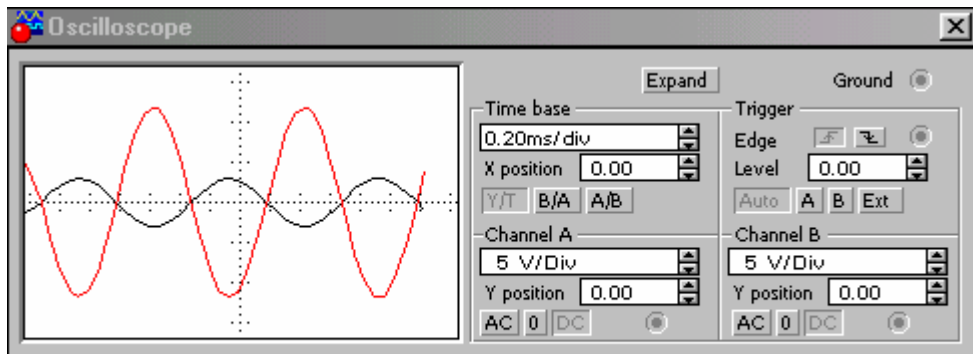


Рисунок 2.3

(. 2.2),

U_1

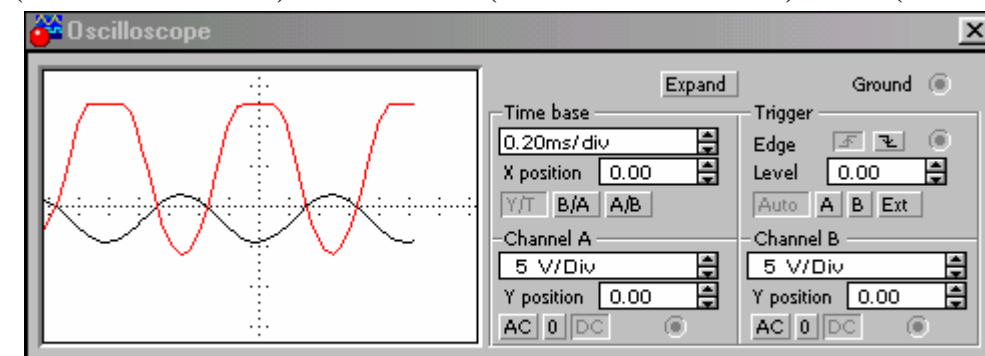


Рисунок 2.4

$$= 1 \cdot 2 \cdot \quad (1)$$

3

3.1

3.2

4

4.1

“ 2” (.4.1).

ДОСЛІДЖЕННЯ КІЛ ЖИВЛЕННЯ ОП ВІД ДВОХ ДЖЕРЕЛ

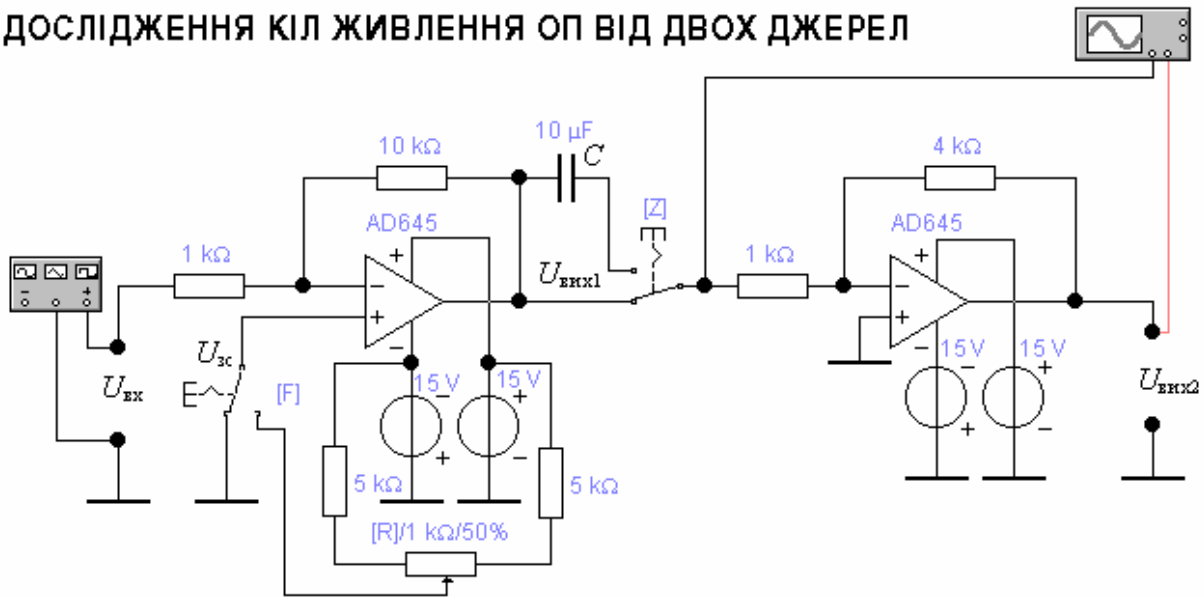


Рисунок 4.1 – Схема дослідження кіл живлення ОП від двох джерел

4.2

1



Рисунок 4.2

4.3

(. 4.2)



Рисунок 4.3

4.4

(. 2.3).

(. 4.3)

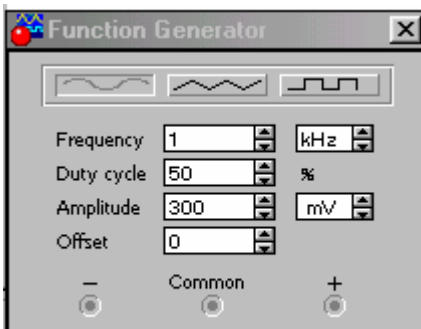


Рисунок 4.4

4.5

Frequency
kHz

1 kHz.

4.6

4.6.1

$U = 0$


(+)

$F.$

!!!

(. 2.3)

(. 4.4)

4.6.2 , -
 Z().
 4.6.3 **Amplitude** (. 4.4)
mV
*U*₂ .
 4.6.4 (,
 -),
 4.6.5 
 0,5 **Amplitude.**
 4.6.6 (,
 -),
*U*_{0 1} .
 4.6.7 *U*_{0 1} .
4.7 (-
)
 4.7.1 (+)
 () *F.*
 4.7.2 *R* *Shift* *R*
 .
 4.7.3 *U*₂
 .
 4.7.4 *U*₁ .
4.8
 4.8.1 “ 1” (. 4.6).
 4.8.2 *U* = 0,
 (+) *F.*
 4.8.3 **Amplitude** (. 4.4) -
 , *U*₁ ,
 4.8.4 (,
 -),
 4.8.5 -
 |*U*_{0 1}| ≠ |*U* |.
 4.8.6 (+)
 () *F.*

ДОСЛІДЖЕННЯ КІЛ ЖИВЛЕННЯ ОП ВІД ОДНОГО ДЖЕРЕЛА

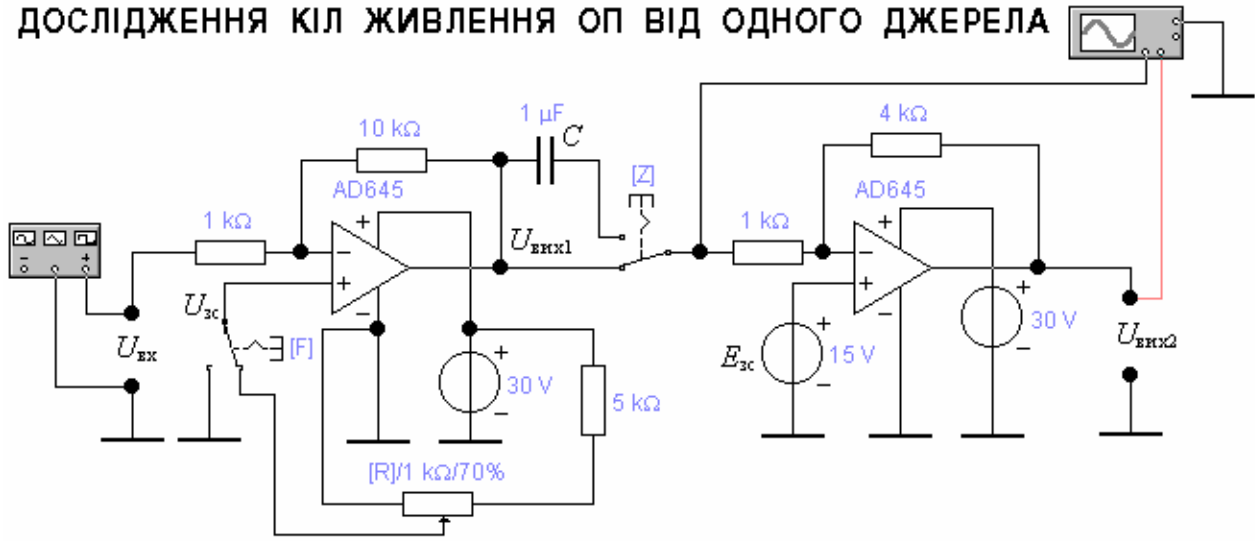


Рисунок 4.6 – Схема дослідження кіл живлення ОП від одного джерела

- 4.8.7 R U R -
- Shift* -
- 4.8.8 U U_2 *Amplitude* ,
- 4.8.9 (,
- U_0 .
- 4.8.10 U_0 1 .

5

- 5.1
- 5.1.1 . 3.1.
- 5.1.2 . 3.2.
- 5.2
- 5.2.1 . 4.6.4 4.6.6.
- 5.2.2 . 4.6.7.
- 5.2.3 . 4.7.3.
- 5.2.4 . 4.7.4.
- 5.2.5 . 4.8.4, 4.8.9.
- 5.2.6 . 4.8.5.
- 5.2.7 . 4.8.10.

-
- 1 : -
 - 2 , 2004. 1. - . 166 - 168.
 - .: , 1982. - 512 .
 - 3 - .: , 1983, - . 1. 598 .
 - 4 - .: , 1985. - 572 .

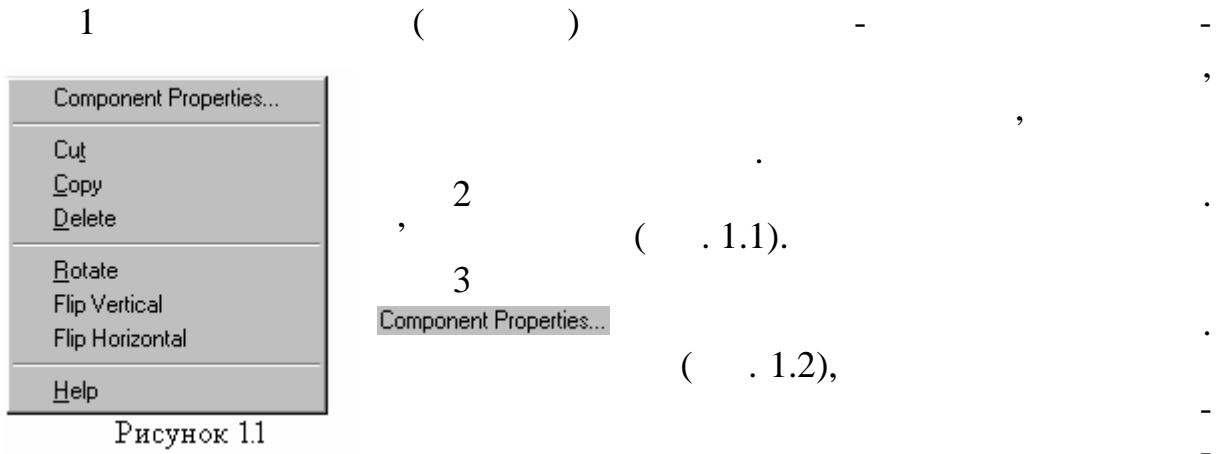


Рисунок 1.1

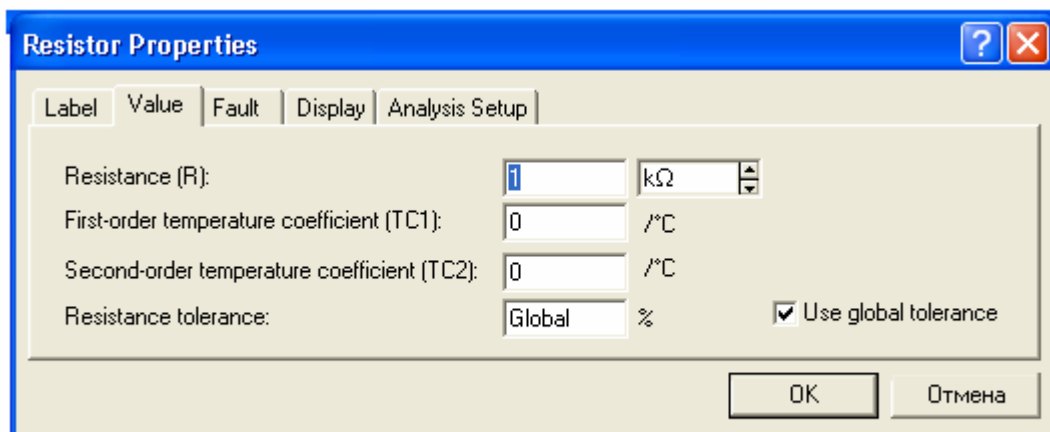


Рисунок 1.2

1

: Channel A Channel B.

(. 2.1).

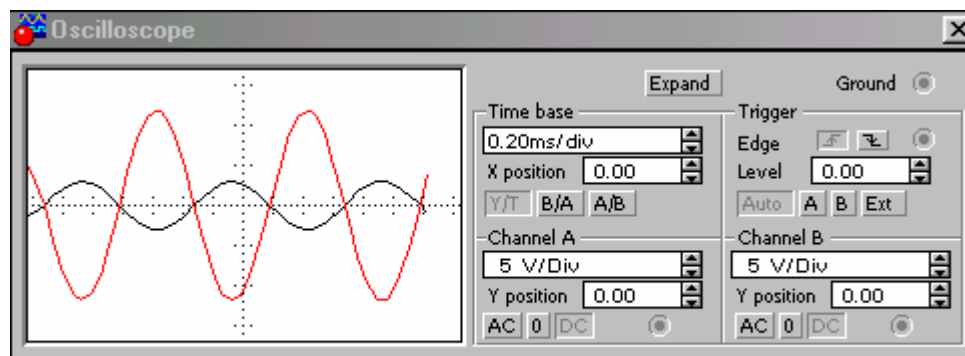


Рисунок 2.1

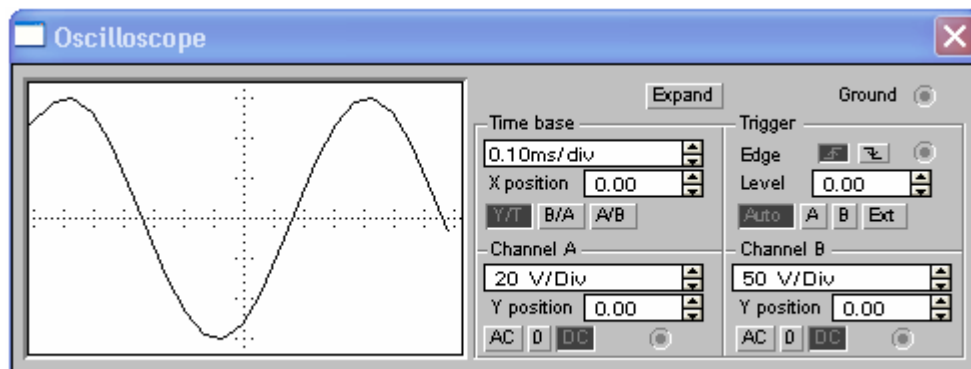
2

2.1

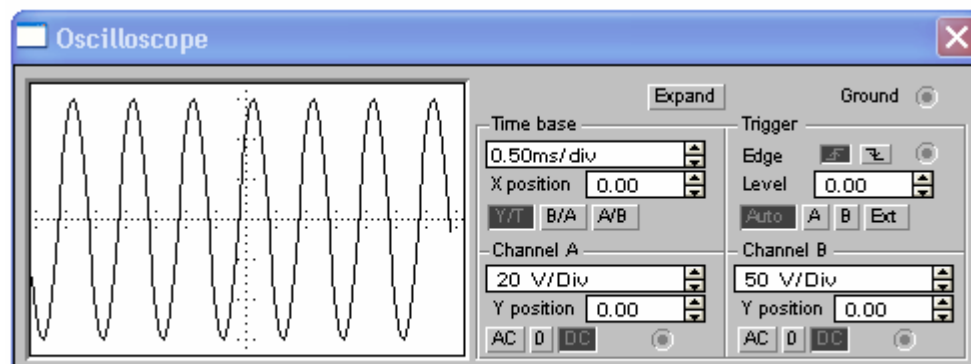
Time base :

Time base

(. 2.2,).



a)



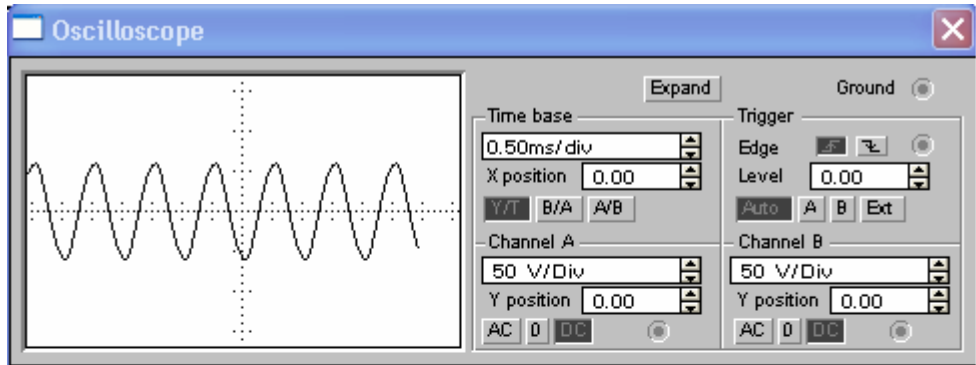
b)

Рисунок 2.2

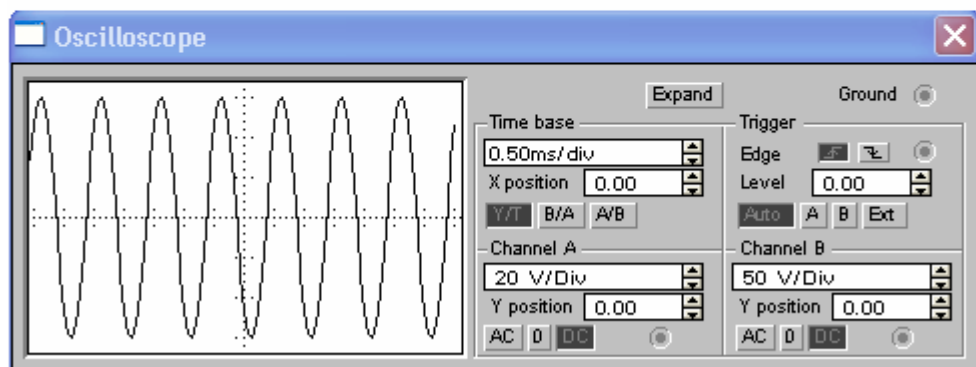
2.2

20 V/Div
20 V/Div

(2.3,).



a)



b)

Рисунок 2.2

2.3

2.1 2.2

Channel A Channel B

2.4

<i>1</i>	.....	3
<i>2</i>	.....	11
<i>3</i>	.....	15
<i>4</i>	.....	22
<i>5</i>	.....	28
<i>6</i>	.....	34
<i>7</i>	.....	40
<i>8</i>	.....	47
<i>9</i>	.....	54
<i>10</i>	.....	62
	.....	68
	.....	69

,

• •

• •